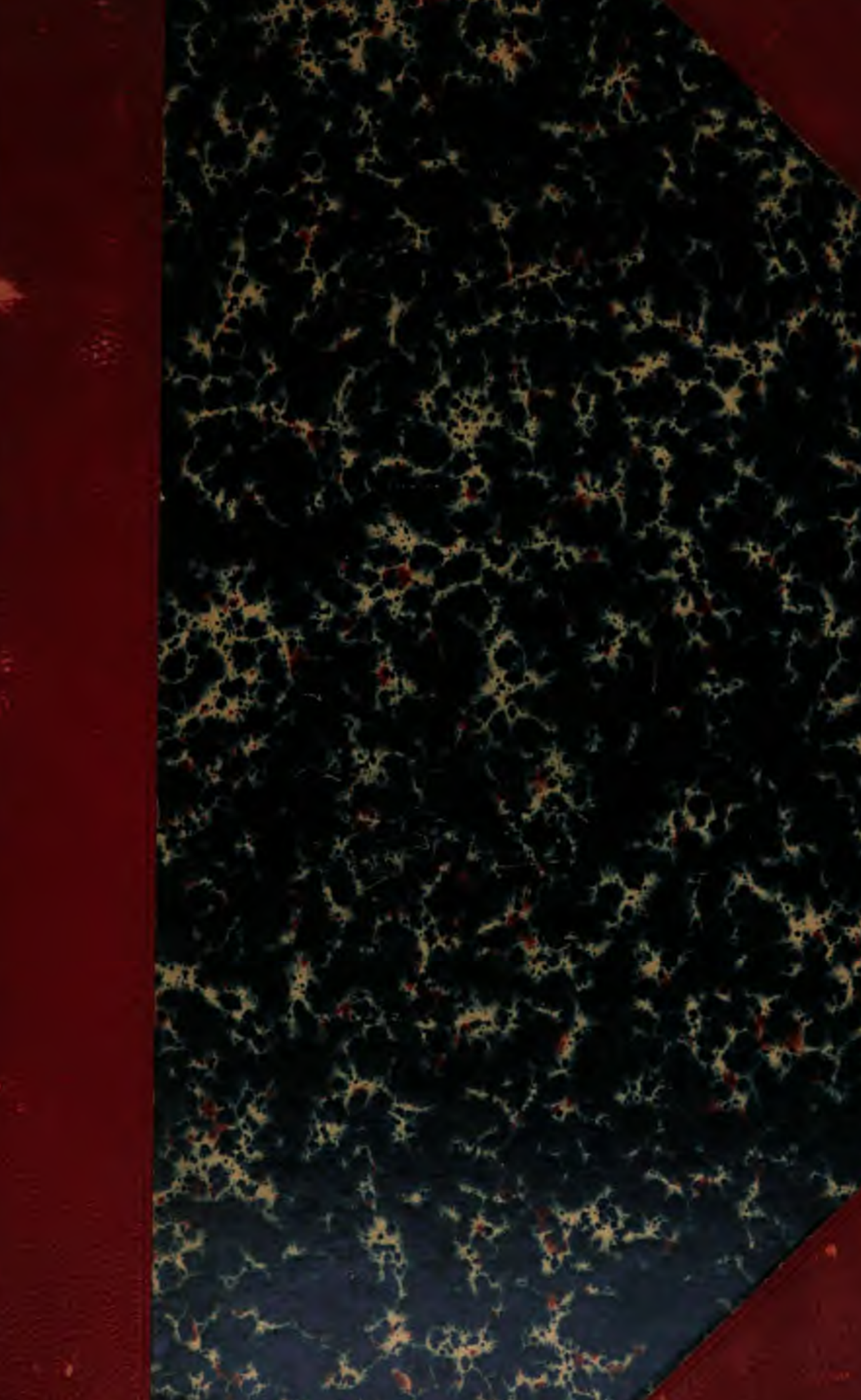
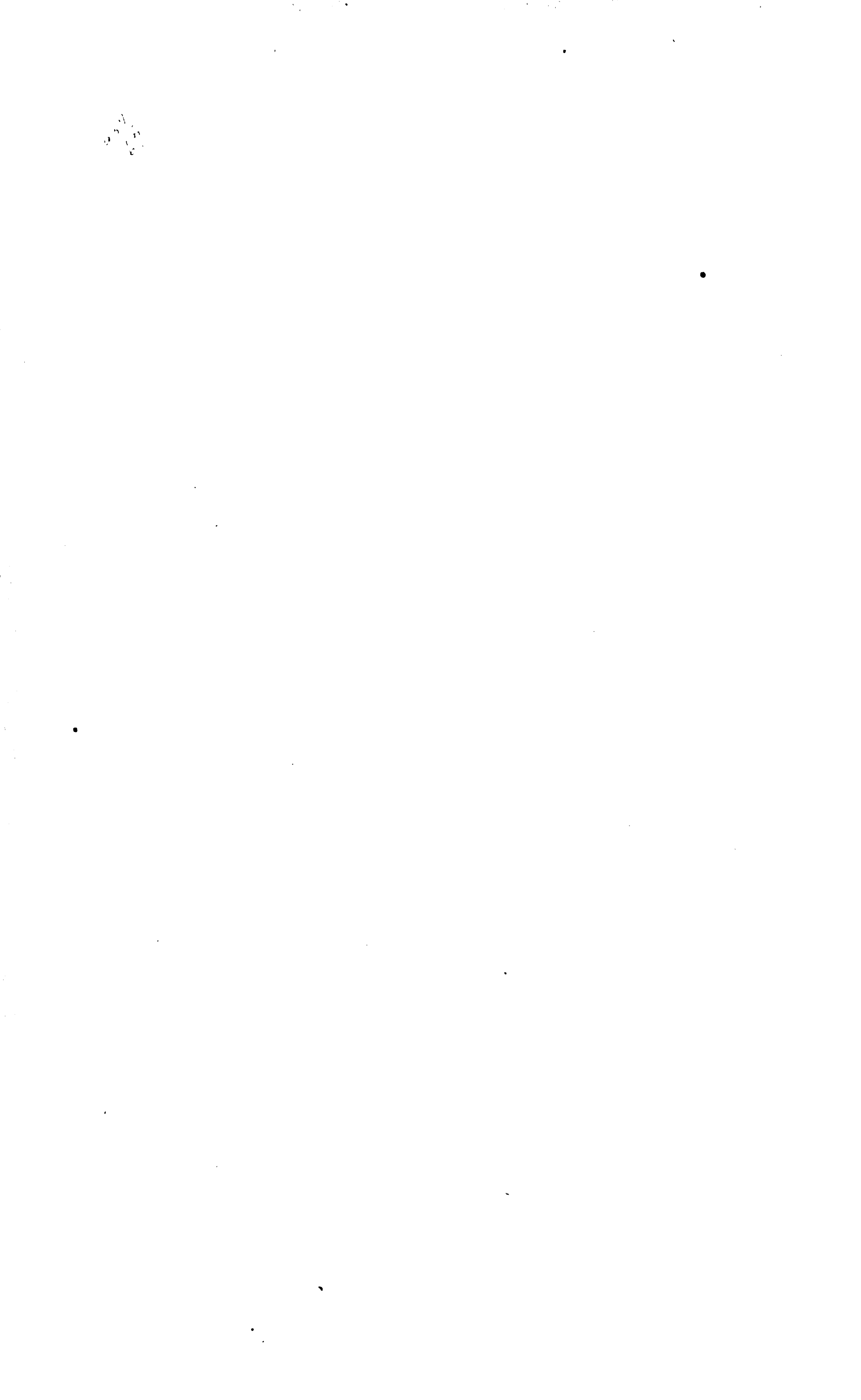



HARVARDIANAE IN NOV ANG
SIGILLVM ACADEMIAE
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS

ACADÉMIE

DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES DE LA SECTION DES SCIENCES



ACADÉMIE

DES

SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

2e **SÉRIE**. — TOME DEUXIÈME



MONTPELLIER

IMPRIMERIE DELORD-BOEHM ET MARTIAL

IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES

DU CONSEIL SUPÉRIEUR DES FACULTÉS

1900

ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

Bureau général de l'Académie pour 1900

Président............	MM. GRASSET-MOREL, Avocat.
Vice-Président	MASSOL, Directeur de l'École sup. de Pharmacie.
Secrétaire Général.....	VIGIÉ, Doyen de la Faculté de Droit.
Vice-Secrétaire général.	CHARMONT, Professeur à la Faculté de Droit.
Trésorier............	Chanoine SAUREL, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique.
Bibliothécaire	Émile BONNET, Avocat, Docteur en Droit.

SECTION DES SCIENCES

Bureau de la Section des Sciences

MM. BERTIN-SANS, *Président.*
ROOS, *Vice-Président.*
BOUFFARD, *Secrétaire.*
MOITESSIER, *Secrétaire-adjoint.*

Membres titulaires au 1er janvier 1900

MM. ASTRE, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie.
BERTIN-SANS, HENRI, Professeur-agrégé à la Faculté de Médecine.
BOUFFARD, Professeur à l'École nationale d'Agriculture.
CAZALIS DE FONDOUCE, Ingénieur civil, Correspondant du Ministère.
DAUTHEVILLE, Professeur à la Faculté des Sciences.
DELAGE, Professeur à la Faculté des Sciences.
DELEZENNE, Professeur-agrégé à la Faculté de Médecine.
FABRY, Professeur à la Faculté des Sciences.
GRANEL, Directeur du Jardin des Plantes.
GUIBAL, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

MM. GUINARD, Naturaliste.
HOUDAILLE, Professeur à l'École nationale d'Agriculture.
IMBERT, Professeur à la Faculté de Médecine.
JADIN, Chargé de Cours à l'École supérieure de Pharmacie.
De LACVIVIER, Proviseur du Lycée de Montpellier.
LAGATU, Professeur à l'École nationale d'Agriculture.
MARÈS, Correspondant de l'Institut.
MASSOL, Directeur de l'École supérieure de Pharmacie.
MESLIN, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.
MILHAUD, Professeur à la Faculté des Lettres.
MOITESSIER, Professeur-agrégé à la Faculté de Médecine
ROOS, Directeur de la Station Œnologique de l'Hérault.
De ROUVILLE, Doyen honoraire de la Faculté des Sciences.
SABATIER, Doyen de la Faculté des Sciences. Correspondant de l'Institut.
SOULIER, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.
VALÉRY-MAYET, Professeur à l'École nationale d'Agriculture.
VIALLETON, Doyen de la Faculté de Médecine.
VILLE, Professeur à la Faculté de Médecine.

TABLE DES MATIÈRES

ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

LES

TERRAINS PRIMAIRES

DE

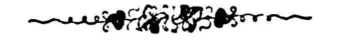
L'ARRONDISSEMENT DE SAINT-PONS

(HÉRAULT)

Par P. de ROUVILLE, A. DELAGE, J. MIQUEL.

2e SÉRIE. — TOME II.

N° 1.



MONTPELLIER

CHARLES BOEHM, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE, RUE D'ALGER, 10

1894

PRIX DES MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

1re série, in-4°, de 1847 à 1892

La collection complète des trois Sections..........	26 vol.	Fr. 540
La collection de la Section de Médecine...........	6 —	 106
La collection de la Section des Sciences...........	11 —	 251
La collection de la Section des Lettres............	9 —	 183

SECTION DES SCIENCES

Tome I (1847-1850).................. Fr 25

Fascicule 1 (1847). Dunal, Marié-Davy (3), Gergonne, Marcel de Serres, Rafeneau-Delile, Gerhardt, P. Gervais............................ 4

— 2 (1848). Peytal (2), Roche, Marcel de Serres (2), O. Bonnet, Chancel, Dunal (3), de Girard, P. Gervais.......................... 10

— 3 (1849). P. Gervais (2), Marcel de Serres, Marié-Davy, Roche, Chancel, de Girard, Lenthéric.... 5

— 4 (1850). Marié-Davy, Roche, Marcel de Serres, P. Gervais (3), Lenthéric, Peytal, Chancel.. 6

Tome II (1851-1854)...................... 25

Fascicule 1 (1851)..... Lenthéric, Roche, Marcel de Serres, de Rouville, P. Gervais (2), Dunal. 5

— 2 (1852-1853) Lenthéric, Lenthéric neveu (2), Roche (3), Marcel de Serres (2), Marié-Davy (2), A. Godron, P. Gervais (2), Sallières, Courty........................ 7.50

— 3 (1854)..... Marcel de Serres (2), Ch. Martins (2), Roche, Marié-Davy, Lenthéric neveu, H. Faure......................(*épuisé*)

Tome III (1855-1857)...................... 25

Fascicule 1 (1855). Parès, Marcel de Serres, Charles Martins, E. Roche........................ 8.50



ACADÉMIE

DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES DE LA SECTION DES SCIENCES

LES

TERRAINS PRIMAIRES

DE

L'ARRONDISSEMENT DE SAINT-PONS

(HÉRAULT)

Par MM. **Paul de ROUVILLE**, Professeur honoraire et Doyen honoraire à la Faculté des Sciences de Montpellier

A. DELAGE, Docteur ès Sciences, Maître de Conférences à la même Faculté

Jean MIQUEL, Membre de la Société géologique de France



HISTORIQUE.

Dans une série de Notes[1] que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, à la Société géologique de

[1] Note sur la constitution du Cambrien, à Vélieux (Hérault) ; par MM. de Rouville, Delage et Bousquet (Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, Section des Sciences, Séance du 17 avril 1893).

— Note sur le Cambrien de l'Hérault, par MM. de Rouville, Delage et Miquel (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Séance du 21 août 1893).

— Note sur le Cambrien de l'Hérault (Cambrian anglais), par M. P.-G. de Rouville (Société géologique de France session extraordinaire du Velay et de la Lozère, septembre 1893)

— Note sur le Dévonien inférieur de l'Hérault et sur ses relations avec le Cambrien, par MM. de Rouville et Delage (Société géologique de France, Séance du 6 novembre 1893).

— Note sur les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons par MM. de

France et à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, nous avons sommairement fait connaître les principaux faits, observés au cours de nos recherches sur les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons. Notre étude terminée, nous avons réuni et coordonné tous les résultats de nos observations, pour en faire l'objet du présent Mémoire, auquel nous avons joint une planche de coupes[1] et une carte géologique coloriée, qui en étaient le complément indispensable et qui, nous l'espérons, contribueront beaucoup à l'intelligence du texte.

Ce travail sur la géologie de Saint-Pons a été, en grande partie, fait en commun ; mais nous l'avions entrepris séparément, il y a déjà plusieurs années, et, comme les constatations auxquelles il avait alors donné lieu sont de celles dont on ne dédaigne pas la paternité, l'un de nous, afin de rendre à César ce qui appartenait à César, a bien voulu, dans une note personnelle, adressée à la Société géologique de France, lors de sa session extraordinaire au Puy, en septembre dernier, tracer, en notre nom, l'historique de la question et déterminer la part contributive de chacun à l'œuvre, devenue plus tard commune.

Cette note, n'ayant pas encore reçu les honneurs de la publicité dans le Bulletin de la Société géologique, nous la donnons, *in extenso*, ci-après, car, d'un côté, elle établit à quel point en étaient les choses un peu après les débuts de notre collaboration, et, d'un autre côté, par les comparaisons qu'elle suscitera, elle permettra de se mieux rendre compte des progrès accomplis.

Rouville, Delage et Miquel (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Séance du 4 décembre 1893).

— Communication sur les mêmes terrains, faite par M. Delage, au nom de ses collaborateurs et au sien, à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, Section des Sciences (Séance du 8 janvier 1894).

[1] Ces coupes sont, pour plus de clarté, un peu schématiques, en ce sens que les reliefs y sont parfois exagérés et que le nombre des plis figurés pour le Barroubien et l'Arenig y est arbitraire, mais plutôt inférieur au nombre réel. Elles sont exactes pour tout le reste.

NOTE SUR LE CAMBRIEN DE L'HÉRAULT (Cambrian Anglais)

Par M. P.-G. de Rouville

Dans ma note complémentaire sur le massif paléozoïque de Cabrières, dans la région occidentale du département de l'Hérault (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tom. VI, pag. 1437, 1888), je m'étais proposé d'établir les relations stratigraphiques, non encore relevées, du nouvel et si important horizon de la faune première qui venait d'être découvert, et j'avais été amené à constater un caractère remarquable d'association entre l'horizon en question et des calcaires que je considérais à tort comme dévoniens d'une part, et de l'autre, avec un vaste ensemble de schistes et de quartzites que la prétendue présence de la *Lingula Lesueuri* me donnait naturellement à reconnaître pour armoricains.

Cette double erreur devait nécessairement me voiler la raison, aujourd'hui si naturelle, de cette association, et j'avais recours à des failles pour expliquer le contact de termes qui s'appellent l'un l'autre et forment ensemble une unité géognostique.

Depuis lors, aucune lumière nouvelle n'avait éclairé ces rapports ; aucune objection n'avait été faite à ces attributions ; mais il n'était pas possible qu'un système stratigraphique établi sur de pareilles bases satisfît longtemps l'esprit ; j'étais loin d'être au clair et sans trouble sur ces relations, et mes objections intérieures me faisaient désirer une opposition du dehors, qui, du moins m'aurait valu probablement la satisfaction d'une solution.

J'en étais là de mes doutes, très anxieux à l'endroit d'une région qui m'intéressait à un si haut degré, lorsque, en septembre 1891, au retour d'une course à Vélieux et à Ferrals avec quelques compagnons d'excursion, entre autres M. l'Instituteur Bousquet, à la suite d'heureuses trouvailles de splendides exemplaires de Paradoxides dans le ruisseau des Ecrevisses, mon collègue et ami, M. Delage, examinant les relations des couches, trouva une série admirablement réglée de strates inobservées jusqu'à lui, dont il voulut bien me dresser la succession sur le tableau noir. Des raisons de santé m'empêchèrent de me rendre à son désir de m'amener sur les lieux, et, malgré mon insistance, il se refusa à rien faire connaître avant que le projet de descente

en commun eût reçu son exécution; plus tard, l'empêchement durant, il se décida à notifier sa découverte à notre Académie des Sciences, dans sa séance du 17 avril 1893 ; son extrême bon vouloir à mon endroit lui fit exagérer le secours dont lui avaient été les contours préétablis sur ma carte géologique, et usant d'un procédé de courtoisie qui n'est pas commun, il voulut bien associer mon nom au sien dans sa communication.

Cependant la vérité stratigraphique, si longtemps méconnue, semblait décidément vouloir ne plus rester voilée; elle éclaira de tout son jour, dès ses premiers débuts (1892) un jeune observateur, aussi passionné qu'intelligent, éclos spontanément à l'art de l'observation, M. Jean Miquel, qui eut le grand mérite de savoir, en toute simplicité, sans préjugé ni objectif systématique, noter, dans l'ordre où elles s'offraient à lui, les différentes masses minérales qu'il rencontrait dans le trajet, mille fois fait par lui, de Barroubio, où il habite, jusqu'au hameau de Coulouma.

Comme le jeune ouvrier carrier, William Smith, dans les strates secondaires de l'Angleterre, M. Miquel releva un à un, les divers termes de l'admirable série qui se déployait sous ses pas, et les énuméra dans sa modeste mais très importante notice [1].

Or, l'ordre où il les signale n'est autre que celui même de la série de Vélieux, relevé, deux ans auparavant, par M. Delage. La vérité semblait donc jaillir de deux sources absolument indépendantes ; mais, en réalité, ces deux sources étaient la même : Vélieux et Coulouma appartiennent, en effet, à un même affleurement de la faune première, dans des conditions stratigraphiques identiques. Les grands chimistes Priestley et Scheele étudiant, à l'insu l'un de l'autre, et à la distance qui séparait leurs pays, la composition de l'atmosphère, aboutissaient naturellement au même résultat : un mélange de deux corps gazeux ; un même champ de recherches devait également, en dépit des circonstances de temps et de lieu, conduire nos deux observateurs aux mêmes conclusions ; toutefois ils apportaient, chacun de son côté, un élément stratigraphique de premier ordre : M. Delage, saisissant d'un seul coup d'œil la règle et l'accident, constate, en aval du ruisseau du Briant sous Minerve, un renversement des couches qui se montraient très régulières en amont ; il observa le même fait à Ferrals, et prépara ainsi l'intelligence de renversements du même genre dont la contrée fourmille ; M. Miquel, devant lequel la série se

[1] Note sur la Géologie des terrains primaires du département de l'Hérault, de Saint-Chinian à Coulouma, par M. J. Miquel. Béziers, 1893.

déployait toujours régulière, fut appelé à reconnaître le rôle considérable de l'un des termes, et non le moins important, que son recouvrement à Vélieux par des terrains plus jeunes, dérobait, presque en entier, à l'observation.

C'est avec un sentiment profond de gratitude que j'ai répondu à l'appel de MM. Delage et Miquel à venir constater avec eux la nouvelle série Cambrienne, et sans regret, que j'ai vu rentrer dans cette série la masse imposante de calcaires et de dolomies que j'avais, en 1876, baptisées : «Devonien» ; *maxima pars. Amicus egomet mihi; sed magis amica veritas.*

M. Miquel, dans son enthousiasme bien légitime d'heureux néophyte, s'écrie : « Je renverse ici la stratigraphie de la Montagne-Noire ; je recule de plusieurs étages l'âge des calcaires». Plus discrètement, M. Delage avait, un an auparavant, rapporté de ses recherches, dans la même région, des conclusions identiques ; la carte détaillée et les coupes dont il accompagnera le mémoire *in extenso* qu'il prépare en notre nom, donneront une preuve, sensible aux yeux, de l'importance des nouveaux résultats ; la substitution, dans la légende, d'horizons précis et bien définis, aux vagues assemblages, sous des rubriques aussi vagues qu'eux-mêmes, mettra à jour la remarquable ordonnance d'un régime de choses qui avait échappé jusqu'ici ; un toit schisto-quartziteux et un mur presque exclusivement calcaire encaissant une masse relativement mince de schistes à couleurs variées, telle est l'économie aussi simple que nette de la formation comprise stratigraphiquement entre les roches cristallines (Archœan anglais) et les dépôts siluriens (Silurian anglais), et géographiquement, entre les groupes de l'Espinouze et du Sommail et la région des hautes eaux de Félines d'Hautpoul, d'Olonzac et de la plaine de Saint-Chinian ; une série de plis parallèles donnant lieu à des récurrences d'affleurement que les érosions accentuent ou effacent, et à des retours de strates résistantes affectant quelquefois l'air de masses en recouvrement, des redressements, accompagnés de retombées sans rupture ni déchirure violente, simulant des relations normales, c'est à quoi se réduit, en définitive, une dynamique aux apparences si compliquées, et à quoi, en dernière analyse, s'en ramènent les effets, que l'œil est habile à saisir de loin, jusque dans leurs moindres détails, tant est grande leur régularité.

Les contours des bandes multiples de calcaires et de schistes, dessinés sur la carte géologique dès 1876, permettent, jusqu'à un certain point, de se rendre un compte exact de cette économie, à la condition, toutefois, d'être interprétés conformément aux vues nouvelles ; ce ne sont plus, pour la plupart du moins, les lambeaux éraillés d'un vaste

manteau calcaire, mais les simples replis d'un même terme d'une même série stratigraphique.

L'énumération plus explicite des termes reconnus fera entrer plus avant dans l'histoire de notre Cambrien.

Le point de départ devait être naturellement l'horizon à Paradoxides ; il avait fait défaut à toutes les études antérieures à 1888 : de là les anciennes erreurs et les longues obscurités ; mais, sur la base paléontologique devait s'asseoir un édifice stratigraphique régulier et normal ; à cette seule condition pouvaient se reconnaître le vrai toit et le vrai mur de l'assise fossilifère ; il convenait, en outre, que cette assise se montrât avec toutes ses dépendances et tous ses éléments. Or, il est arrivé, par un de ces bonheurs de rencontre, dont les géologues sont particulièrement à même d'apprécier le prix, que la double localité de Vélieux et de Coulouma, ces deux premiers champs de recherches de MM. Delage et Miquel dans ce monde ancien, leur a fourni le cas, à peu près unique dans la contrée, de réalisation, sur un même point, des deux conditions sus-indiquées : ordre normal des strates, complet développement de l'étage paradoxidien. Les études ultérieures ont montré que, presque partout ailleurs dans la région, les assises étaient renversées et la faune première réduite à des affleurements incomplets. Les deux observateurs n'eurent pas de peine à reconnaître tout d'abord la triple zone de schistes établie par M. Bergeron ; mais un élément bien inattendu s'y montra à eux ; c'est un ensemble important de couches amygdalines, rappelant, à s'y méprendre, l'accident pétrographique nommé par moi *colonnes* à Cabrières, et que M. Delage a constaté bien nettement millésimé de Conocoryphes et de Paradoxides, dans le Briant, sous Minerve.

Cette similarité si complète, jointe à la circonstance que les fossiles n'avaient pas été reconnus, explique les fausses interprétations d'autrefois ; c'est d'ailleurs un nouvel exemple de répétition, dans le temps, des mêmes phénomènes sédimentaires, dont la couche G de Barrande est le frappant symbole, et dont la paléontologie est seule apte à conjurer les dangereuses conséquences. Les mêmes couches amygdalines se représenteront dans un terme plus récent de notre série.

La richesse de la faune, du haut en bas de la formation, consacre naturellement l'établissement de notre groupe Paradoxidien (Menevian beds des Anglais), sous la nouvelle forme qu'il vient d'acquérir.

Aux schistes colorés rouge lie de vin, jaunes, verts, succède, par le haut, dans la région de Coulouma, une masse minérale uniformément composée de schistes feuilletés et de quartzites, qui se développe jusqu'à Barroubio, sur une longueur de 3 kilomètres environ, avec une pente

moyenne de 25 à 30°, sans plissement visible ; à Vélieux, elle couronne aussi, en parfaite concordance, la faune première ; mais elle disparaît trop tôt sous le terrain nummulitique, pour être bien observée dans tout son développement.

M. Miquel, à qui revient tout l'honneur de la constitution de ce groupe, a quelque droit d'écrire, en regard de son étendue et de sa puissance : « Je vais donner à notre échelle géologique un étage nouveau, inédit jusqu'ici ». Qu'il réfléchisse toutefois que, compris entre deux étages classiques, celui de la faune première et celui de l'Arenig, il ne saurait constituer, quelle que doive être sa faune, qui reste encore à découvrir, qu'un membre supérieur du premier ou inférieur du second, et qu'il se rappelle que l'Upper cambrian des Anglais, déjà bien reconnu et bien classé, paraît tout naturellement disposé à l'accepter pour équivalent. Ce rôle lui paraît d'autant plus assuré que M. Miquel a fait l'observation très intéressante que son Postcambrien, uni étroitement, par en bas, aux schistes à Paradoxides, présente, par en haut, un passage insensible au véritable Arenig, par une zone intermédiaire de grès schisteux, où commencent à se trouver quelques rares nodules, et aussi de nombreuses empreintes dont la forme vague mais répétée semblerait indiquer des Lingules.

Quoi qu'il en soit, ce groupe nommé par nous *Postparadoxidien*, dans notre communication à l'Institut (août 1893), offre dans la région un intérêt de premier ordre, par la surface qu'il y occupe, les allures pittoresques qu'il y affecte, et surtout par sa fidélité à couronner la faune première, fidélité qui en fit par moi, sous un faux nom, en 1888, le révélateur infaillible, à distance, de cette dernière.

Ce groupe présente encore la particularité d'inclure des enclaves calcaires et des bancs amygdalins, précurseurs, comme ceux du précédent, de la pétrographie dévonienne.

La classification anglaise, qui a bien le droit de primer toutes les autres, pour les terrains de cet âge, donne aux *Menevian-beds*, comme soubassement, le groupe des *Harlech-grits* (6,000 p.), des *Longmynd-rocks* (2,000 p) et des *Llamberis-slates* (3,000 p.); grès, schistes ardoisiers, conglomérats en forment la pétrographie ordinaire; les calcaires n'y sont pas signalés ; par contraste, à Vélieux et à Coulouma, c'est un ensemble puissant de calcaires variés de nature : calcaires compacts, schistoïdes, saccharoïdes, dolomies, qui supporte les schistes à Paradoxides, et cela dans des conditions de concordance si parfaite qu'on ne saurait songer un moment à les séparer. Ce fut l'étonnement du premier jour, qu'éprouvèrent, chacun de son côté, MM. Delage et Miquel au début de leurs observations respectives ;

l'âge des calcaires qu'ils avaient devant eux reculait jusqu'aux premiers temps de l'époque sédimentaire. On comprend l'importance de pareille conclusion pour la Géologie locale, non moins que pour la Géologie primaire méridionale. Cette uniformité de plongement se maintient sur plusieurs kilomètres de longueur, de la Val, bien au delà de Vélieux et de Coulouma à Pont-Guiraud, et se retrouve plus au Nord, dans une épaisse formation de grès homogènes, qui, émergeant de la masse calcaire, forme au Pic Mage et à Marcory, du col des deux Aires à celui de Serières à l'Ouest, la crête la plus élevée de la région. Cette dernière assise, la plus basse de la contrée, rappellerait les caractères minéralogiques des dépôts anglais ; la prédominance presque exclusive de l'élément calcaire imprimerait à notre Cambrien un caractère pélagique, à l'encontre du Cambrien anglais que ses grès et ses conglomérats feraient littoral.

Aucun fossile n'a été encore trouvé dans ce troisième groupe, que nous avons, dans notre note à l'Institut, nommé provisoirement *Anteparadoxidien* ; il ne saurait, en tout cas, correspondre qu'au *Lower-Cambrian* de l'Angleterre.

Nos observations faites en commun avec MM. Delage et Miquel ne nous ont pas encore permis de résoudre la question de savoir si le groupe calcareux que nous venons de reconnaître ne serait pas, à son tour, supporté par un nouvel ensemble de schistes et de calcaires caractérisé, celui-ci, par la subordination du calcaire à l'élément schisteux. Cet ensemble correspondrait à ce que M. Hébert voulait plus spécialement désigner sous le nom d'Archéen, et qu'à l'exemple de son maître, M. Bergeron distinguait par sa situation intermédiaire entre les Micaschistes et son Annélidien (thèse, pag. 44). Je suis depuis longtemps préoccupé de l'âge à assigner à nos talcites des Cévennes qui contiennent des couches calcaires (Le Vigan, Hort de Dieu) et à cette formation si développée que Dufrénoy nommait terrain de transition dans la Montagne-Noire (*Explication de la carte géologique de France*, tom. I, pag. 161).

C'est le même ensemble calcaréo-schisteux que l'on retrouve aux confins de l'Hérault et de l'Aveyron (Saint-Gervais) et de l'Hérault et du Tarn (Lacaune) ; une excursion projetée dans la région d'Olargues nous permettra peut-être d'arriver à une solution. Quoi qu'il en soit, la dénomination d'Archéen devrait être réservée aux schistes cristallins (*Archœan-Pre-Cambrian and Laurentian*); c'est dans ce même sentiment de fidélité à la terminologie anglaise que nous avons condamné le nom d'Archéen donné par M. Miquel à son groupe inférieur.

Je résume, ainsi qu'il suit, la constitution de notre Cambrien :

3e GROUPE. — **Postparadoxidien** ou mieux **Cambrien supérieur** (*Tremadoc Slates-Lingula flags*).

Alternance de schistes et de quartzites, avec intercalations d'enclaves calcaires et de bancs amygdalins, passant à l'Arenig, dans le haut, et au groupe suivant dans le bas.

Barroubio, 1,200 à 1,500 mèt., sans plissement apparent.

2e GROUPE. — **Paradoxidien** ou mieux **Cambrien moyen** (*Menevian Group and Harlech grits*).

Schistes colorés verts, jaunes, rouge lie de vin et calschistes amygdalins.

Vélieux, Coulouma, 25 à 30 mèt.

1er GROUPE. — **Antéparadoxidien** ou mieux **Cambrien inférieur** (*Llamberis Slates*).

Ensemble de calcaires saccharoïdes, schistoïdes, d'au moins mille mètres de profondeur (Vélieux, Coulouma) et, à la base, formation de grès homogènes (Grès de Marcory) de plusieurs centaines de mètres de profondeur.

(Copujol).

Allures architectoniques. — Le mémoire *in extenso* de M. Delage fera connaître les mouvements subis par les trois groupes constamment concordants.

La carte annexée fera ressortir la multiplicité des affleurements du *Paradoxidien* (Vélieux, Rodomouls, Euzède, Notre-Dame-de-Trédos, etc....), sous forme de bandes de largeur variable, toujours parallèles, interrompues par places ; des flèches indiquant soigneusement les divers plongements feront saisir le sens des mouvements anticlinaux et synclinaux, généralement obliquant vers le Sud.

Le trait le plus saillant de cette dynamique consiste dans la réalité de renversements accentués sur de grandes longueurs, sans trace aucune de rupture brusque ni de déchirure violente. Nous signalerons, entre autres, la dorsale de Ferrals et celle de Poussarou, et, sur une surface plus restreinte, l'accident du Briant, sous Minerve, offrant les couches en ordre inverse de celui qu'elles présentent en amont.

Un mois et demi après la présentation de la Note qu'on vient de lire, nous trouvions dans les Comptes rendus des séances de la Société géologique de France, séance du 6 novembre 1893, une communication de M. Bergeron, sur le même sujet que nous venions de traiter, et dont il s'occupe lui-même depuis longtemps.

Nous ne sommes pas d'humeur batailleuse et nous fuyons, d'instinct, les discussions inutiles. Mais, étant donnés les tendances et le caractère essentiellement critique de la note de M. Bergeron, nous ne pouvons pas nous empêcher d'y répondre, et nous allons le faire, en suivant pas à pas notre savant contradicteur dans son argumentation, de manière à ce qu'il ne subsiste plus, sur aucun fait contesté, le moindre doute dans l'esprit de personne.

On lit donc dans les Comptes rendus précités, rédigé sous une forme impersonnelle, ce qui suit :

> « M. Bergeron attire l'attention de la Société sur une note de M. Miquel, membre de la Société, intitulée : *Note sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Saint-Chinian à Coulouma*. L'auteur y signale avec raison la localité de Coulouma comme donnant une coupe complète du Cambrien. Cette coupe, relevée de bas en haut, est la suivante : calcaires très épais passant, par des calschistes, aux schistes renfermant la faune du Paradoxidien ; dessus repose en concordance de stratification une puissante série de grès et de schistes avec intercalations calcaires… »

Nous ferons remarquer : 1° que ceci a été publié peu de temps après une visite faite par M. Bergeron, — le lendemain même du jour, 26 octobre 1893, où nous venions de terminer toutes nos observations sur le terrain, — à Barroubio et à Coulouma, où il a pu, sous la conduite de M. Miquel, constater *de visu* la composition jusqu'alors méconnue du Cambrien ; 2° que l'adhésion pleine et entière donnée par M. Bergeron aux constatations de M. Miquel nous fait plaisir, mais qu'elle contraste singulièrement avec les termes de la lettre qu'il lui avait écrite un peu auparavant à l'occasion de son opuscule sur Saint-Chinian-Coulouma, et où il déclarait avoir vu dans cet opuscule « *quelques vérités noyées dans beaucoup d'erreurs* » ; l'opinion de M. Bergeron a donc heureusement, mais rapidement

changé ; 3° que les calschistes, signalés par nous entre les calcaires et les schistes à faune paradoxidienne, contiennent aussi des Paradoxides, ainsi que nous l'avons, les premiers, établi ; 4° que les *calcaires*, intercalés dans les grès et schistes du sommet, sont extrêmement rares et consistent en lambeaux insignifiants de calschistes amygdalins, à faciès paradoxidien, susceptibles, d'ailleurs, comme on le verra plus loin, d'une tout autre interprétation, au point de vue de leur âge et de leur présence accidentelle dans les schistes supérieurs du Cambrien.

« ... C'est sur cet ensemble que se placent en concordance de stratification les schistes déjà connus avec faune de l'Arenig inférieur...»

Nous persistons à voir, dans cet Arenig inférieur de M. Bergeron, un Arenig moyen parce qu'il a fourni à Cabrières (schistes de Boutoury [1]) une faune graptolitique très importante, déterminée par M. Barrois, et caractéristique de cet horizon. Nous voyons toujours l'Arenig inférieur dans les schistes à Amphions, sous-jacents à ceux qui précèdent.

« ... La classification admise par M. Bergeron en 1889 (Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central, pag. 44, 75) diffère de la précédente en ce qu'il avait placé, *entre* les calcaires de la base (ce calcaire a été compris dans l'Archéen Cambrien (pars) par suite des idées admises alors par un certain nombre d'auteurs. *Op. cit.*, pag. 44) et le Paradoxidien, des grès qui ne sont en réalité que les grès supérieurs au Paradoxidien, ramenés par suite d'un pli en dessous de ce Paradoxidien... ».

Nous sommes extrêmement surpris de ce raisonnement. Comment, en effet, M. Bergeron a-t-il pu placer les grès *entre* le Paradoxidien et les calcaires, puisqu'il n'a constaté ce fait d'interposition nulle part ? Et comment aurait-il pu le constater puisqu'il est impossible ? Comment, dans un système composé de trois termes superposés, A, B, C, le terme C pourrait-il se montrer entre

[1] Géologie de la région de Cabrières (Hérault), par MM. de Rouville et Delage (Montpellier, imprimerie Firmin et Montane, 1892).

les termes A et B ? Nous savons bien qu'il y a des renversements, puisque c'est nous qui, les premiers, les avons signalés ; mais là où la série est renversée, là où le Paradoxidien repose sur les grès, partout et toujours, il est recouvert par les calcaires. Dans le cas, possible mais unique, où les calcaires n'affleureraient pas en même temps que le Paradoxidien, celui-ci apparaîtrait au milieu des grès, comme s'il y était réellement intercalé ; il aurait des grès dessus et dessous, et ne donnerait nullement l'impression d'une formation superposée à la formation encaissante.

En ce qui concerne les calcaires, que, dans une note infra-paginale, M. Bergeron déclare avoir compris, à tort, dans son ***Archéen-Cambrien*** (pars), il doit y avoir une erreur typographique, car, dans sa ***Carte géologique du Rouergue et de la Montagne-Noire***, tous les calcaires cambriens de l'arrondissement de Saint-Pons, représentés par la couleur brune et le nombre 18, sont rapportés au **DÉVONIEN INFÉRIEUR**.

> «.. M. Bergeron avait d'ailleurs reconnu son erreur, et dans le rapport qu'il envoya le 4 janvier 1893 à M. le Directeur du service de la carte géologique détaillée de la France, il avait rectifié l'ordre de superposition comme il convenait ; le fait était d'ailleurs si bien su que, lors de la réunion extraordinaire au Puy, M. Haug (Comptes rendus des séances de la Société géologique de France, année 1893, pag. XCIII) a pu, à l'annonce de cette découverte de M. Miquel, faire observer que M. Bergeron était déjà arrivé aux mêmes conclusions. M. Bergeron reconnaît cependant que la priorité appartient bien à M. Miquel puisqu'il a publié sa note en ignorant cette rectification, qui n'a pas été imprimée ; il attendait, pour en faire part à la Société, d'avoir pu préciser quelle était la faune de ces calcaires dans lesquels il avait trouvé des traces d'organisme...»

Pour qui sait lire, M. Bergeron dit en substance à M. Miquel : Vous avez publié la découverte avant moi, mais je l'ai faite avant vous. Nous ne saurions suspecter les témoignages invoqués. Cependant lorsque M. Bergeron aura pris connaissance soit dans ce Mémoire, soit dans le *Bulletin de la Soc. Géol. de France*, de la note de M. de Rouville, reproduite plus haut, sa loyauté

lui fera reconnaître que, même au point de vue de la date de la découverte, il n'a pas la priorité, son rapport à M. le Directeur du service de la carte datant de *janvier* 1893, celui de M. Delage à M. de Rouville, son professeur et doyen, datant de *septembre* 1891.

«... Au mois d'août dernier, MM. de Rouville et Delage, associés à M. Miquel, ont présenté à l'Académie des Sciences (séance du 21 août 1893) une note intitulée *Cambrien de l'Hérault*. La succession y est la même que celle donnée par M. Miquel, mais la série cambrienne de l'Hérault y est divisée en trois groupes, l'Antéparadoxidien, le Paradoxidien et le Postparadoxidien, dont la terminologie et les assimilations avec les termes du Cambrien de l'Angleterre, ne paraissent pas, à M. Bergeron, être justifiées... »

Si M. Bergeron avait lu notre note du 21 août 1893 un peu plus attentivement, il aurait vu que la terminologie qu'il critique n'a été créée et employée que *provisoirement*, et qu'elle est justifiée par le fait même qu'elle s'applique à des formations que personne n'est actuellement en mesure de synchroniser avec aucun horizon classique. Il aurait vu également que, dans ce qu'il appelle des assimilations, il n'y a que de simples rapprochements, uniquement basés sur la position de deux groupes de sédiments sans fossiles, par rapport au Paradoxidien, paléontologiquement bien caractérisé. Si nous avons employé les mots antéparadoxidien et postparadoxidien (aujourd'hui Barroubien), c'est parce qu'ils ne préjugent rien. Si nous avons comparé notre série à la série anglaise, c'est parce que celle-ci est la série classique, par excellence.

«... L'Antéparadoxidien est constitué par des grès et des calcaires signalés plus haut. Les calcaires se liant intimement par les calschistes, doivent faire partie du Cambrien, sinon paléontologiquement, puisque la faune n'en est pas encore déterminée, du moins stratigraphiquement... »

Nous sommes heureux de constater que M. Bergeron est ici de notre avis, car nous n'avons jamais dit autre chose à propos des calcaires.

«... Quant aux assises inférieures aux calcaires, si elles renferment des grès, elles renferment aussi et surtout des phyllades et se lient trop intimement aux schistes à séricite pour qu'on puisse les en séparer; il semble donc plus naturel de les rattacher au Précambrien... »

Il y a là une erreur matérielle touchant les caractères pétrographiques de cette formation inférieure. Il nous semble, à nous, absolument naturel de la rattacher au Cambrien, parce que, si elle renferme quelques phyllades, elle est essentiellement constituée partout, de Pardailhan à Ferrals, par des grès siliceux, quelquefois micacés, et offrant une épaisseur de plusieurs centaines de mètres. Ce ne sont pas là des caractères précambriens.

«... Si les assises inférieures du Cambrien de l'Hérault représentent réellement les *Llamberis slates*, leur nom était tout trouvé; c'est le *Géorgien*, admis maintenant par la plupart des géologues, et il n'était pas besoin de créer un nom qui ne peut préciser aucun âge. Mais, d'ailleurs, rien ne prouve que ce soit l'équivalent de ces assises, dont la faune est bien déterminée.»

Il y a dans ce passage, d'abord une leçon d'érudition que nous n'acceptons pas; ensuite une critique à laquelle nous avons déjà répondu. Nous avons déclaré que *nous n'avions encore rien trouvé* dans notre Cambrien inférieur, laissant ainsi entendre, à ceux qui ne sont pas systématiquement sourds, que le temps nous a fait défaut pour y chercher avec le soin voulu. On ne peut pas tout faire à la fois; et à chaque jour, son œuvre. Ne connaissant pas la faune du groupe sédimentaire, inférieur au Paradoxidien, nous ne nous sommes pas crus fondés à le synchroniser avec un étage, « admis maintenant par la plupart des géologues, et dont la faune est bien déterminée ». Nous avons donc bien fait de lui appliquer un nom qui ne précisât pas son âge. Et si nous allions y trouver des Paradoxides, même jusque dans le grès de Marcory?

«... La même critique peut être faite au nom de Postparadoxidien. D'ailleurs, il est bien vraisemblable qu'une partie correspond au Postdamien et l'autre à la base de l'Arenig inférieur. »

C'est, en effet, parfaitement vraisemblable, et c'est ce que l'un de nous a pu exposer à M. Bergeron, en lui montrant le Postparadoxidien de Barroubio ; c'est aussi ce que nous avons toujours pensé et ce que nous exposons plus loin ; mais ce n'est pas certain, et tant que l'étage n'aura rien fourni, fidèles à notre principe de n'affirmer rien dont nous n'ayons la certitude, nous lui maintiendrons logiquement un nom qui ne précise pas son âge, et nous nous abstiendrons de le synchroniser avec quoi que ce soit.

«... Si l'on n'a pas trouvé d'Olenus dans les grès immédiatement supérieurs au Paradoxidien, il est probable que cela tient à la nature des sédiments. La même absence d'Olenus en Bohême correspond également à un facies gréseux, qui a été désigné par Barrande sous le symbole $d_1\alpha$, parce qu'il le considérait comme la base des assises renfermant la faune seconde...»

Nous savons tout cela, et nous croyons que par leur nature gréseuse les sédiments en question sont aussi défavorables à la conservation des autres fossiles qu'à celle des Olenus. Dans tous les cas, on n'y a encore rien trouvé, et, en attendant qu'on y découvre quelque chose, nous préférons nous abstenir de toute hypothèse.

«... Quoi qu'il en soit à cet égard, les assimilations faites avec les couches de l'Angleterre, ne sont pas justifiées puisque, jusqu'à présent, on ne connaît que la faune d'un seul horizon du Languedoc, et encore est-elle différente de celles du Cambrien de l'Angleterre...»

Nous avons déjà répondu à ce qui a trait aux assimilations avec les couches d'Angleterre ; nous n'y reviendrons donc pas, mais nous ferons remarquer que, par le fait même qu'il avoue que des assimilations ne sont pas justifiées lorsqu'elles ne reposent pas sur la connaissance des faunes, M. Bergeron approuve notre système qui, en pareil cas, est de s'abstenir de donner des noms impliquant ces assimilations. Quant à la différence de composition qui existe entre la faune du Languedoc et celle de l'Angleterre, nous l'avions déjà saisie.

«... M. Bergeron termine en insistant sur l'importance de ces calcaires cambriens qui forment de grandes bandes sur les deux versants de la Montagne Noire...»

Nous avions déjà signalé, avant M. Bergeron, l'importance de ces calcaires cambriens et les grandes bandes qu'ils forment sur le versant sud de la Montagne-Noire. Nous sommes heureux qu'il en soit de même de l'autre côté.

«... Sur le versant septentrional, elles s'étendent de Labécède (Aude) jusque dans les environs de Belmont, de Camarès (Aveyron) et de Ceilhes (Hérault); sur le versant méridional, on les voit depuis Salsignes (Aude) jusqu'à Lodève et Cabrières, où le Caragnas correspond à un anticlinal de calcaire cambrien sur lequel se sont couchés les plis renversés de Bissons et de Tourière[1], ce qui explique la présence de lambeaux de Dévonien supérieur sur une masse calcaire très différente de tout le Dévonien de la région.»

Nous ne discuterons pas ici ces dernières affirmations de M. Bergeron, et nous renverrons nos lecteurs à notre dernier chapitre, où ils trouveront dans l'article consacré au Dévonien la preuve, nous le croyons du moins, que, parmi les bandes calcaires considérées comme cambriennes par M. Bergeron, il en est plusieurs, notamment celles qui vont jusqu'à Cabrières, qui sont incontestablement dévoniennes. Deux de nous l'avaient d'ailleurs déjà établi dans leur note présentée à la Société géologique (Séance du 6 novembre 1893) et, antérieurement, dans leur Mémoire sur la géologie de la région de Cabrières.

C'est tout, et c'est vraiment assez, car nous ne savons rien de plus pénible que les discussions analogues à celle à laquelle nous avons été entraînés. Mais on comprendra qu'elle était nécessaire et nos lecteurs nous pardonneront de la leur avoir fait subir.

Il nous semble donc, d'après tout ce qui précède, que nous pouvons revendiquer l'honneur d'avoir, les premiers, découvert, interprété, apprécié et fait connaître : 1° la formation gréseuse,

[1] *B. S. G. F.* 3e série, tom. XX, pag. 260 et 261.

dite de Marcory, et 2° le groupe calcaréo-dolomitique, formant ensemble l'Antéparadoxidien, ou étage antérieur à celui où l'on trouve la faune paradoxidienne du Languedoc ; 3° les calschistes amygdalins à Paradoxides ; 4° le groupe gréso-schisteux, situé entre le Paradoxidien et l'Arenig. Nous revendiquons de même l'interprétation et la délimitation du Dévonien inférieur, sans compter les aperçus nouveaux et nombreux par lesquels nous avons complété l'histoire de l'Arenig.

OROGRAPHIE ET DYNAMIQUE.

Étant donné l'ordre d'exposition des faits qu'on adopte habituellement pour les Mémoires de ce genre, le présent chapitre devrait suivre et non précéder celui que nous consacrons à la stratigraphie. Mais une raison majeure justifie cette interversion : c'est que les faits que nous allons exposer les premiers sont appelés à éclairer, d'une façon toute spéciale, les descriptions forcément un peu longues qui font l'objet du chapitre suivant.

L'orographie de la région représentée par la partie coloriée de notre carte est facile à définir. Elle consiste essentiellement en un bombement, allongé dans le sens N.-E.-S.-O., comprenant une dorsale médiane dont les cotes d'altitude oscillent autour de 800 mètres, et présentant trois versants principaux, qui aboutissent respectivement, savoir : le versant nord, à la vallée suivie par le chemin de fer de Bédarieux à Saint-Pons et la Bastide ; le versant est, à la vallée de l'Orb et la plaine de Cessenon ; le versant sud, à la plaine de Saint-Chinian et toute la région relativement basse, formée par les terrains secondaires et tertiaires, mais surtout par le causse nummulitique. On pourrait même, au besoin, ajouter un quatrième versant, à l'ouest, aboutissant à la vallée de la Cesse.

Pour compléter cette description, nous dirons qu'au delà des limites des versants ouest, nord et est, le terrain se relève pour atteindre rapidement à de nouvelles grandes altitudes, surtout au nord, où se développent l'Espinouse, le Saumail et le Caroux.

Notre coupe VI (Pl. I), dirigée N.-S., donne le profil transversal de la région. Une autre coupe, faite dans une direction quelconque, donnerait un profil analogue, mais qui s'allongerait d'autant plus que la direction de la coupe se rapprocherait de l'axe longitudinal du massif.

De sorte que, si la comparaison ne devait pas paraître un peu trop risquée, nous dirions que le principal de notre massif primaire se présente, dans l'arrondissement de Saint-Pons, comme un immense tumulus, environ deux fois et demie aussi long que large, allongé parallèlement à l'axe de l'Espinouse et limité partout par des pentes raides, excepté au sud, où elles sont sensiblement plus douces.

Un simple coup d'œil jeté sur la carte fera voir que ce massif tumuliforme est profondément raviné, et que les eaux s'y distribuent dans toutes les directions, à partir de le dorsale médiane.

A quelles actions dynamiques est dû le bombement singulier dont nous venons de parler, et comment y sont agencées les formations qui le composent?

Rappelons d'abord que celles-ci sont exclusivement primaires, et qu'ainsi que nous l'exposons plus loin elles se rapportent au Cambrien, à l'Arenig et au Dévonien inférieur.

Par suite de dénudations successives et très intenses, le Cambrien se trouve constituer à lui seul les trois quarts du massif; l'Arenig et le Dévonien ne s'y montrent plus que sur les bords.

Il résulte de l'ensemble de nos observations qu'il n'existe pas une seule faille dans la région considérée; car, il n'y a évidemment pas lieu de tenir compte des petites cassures, inévitables d'ailleurs, suivies de légers glissements, qu'on y rencontre de loin en loin, mais qui sont toujours très localisées et ne jouent aucun rôle dans l'ordre stratigraphique.

Cette absence de failles dans la région prouve que les actions dynamiques s'y sont exercées lentement et sans violence, ce qui ne les a pas empêchées d'y produire de grands et remarquables effets.

Lorsqu'on a franchi plusieurs fois, comme nous l'avons fait, de distance en distance, notre massif primaire, dans la direction N.S., c'est-à-dire transversalement ; lorsqu'on a étudié avec soin ses diverses formations, et relevé bien exactement le sens de la pendaison de leurs couches respectives, on arrive aisément à constater une série de retours à l'affleurement de la plupart de ces formations. En d'autres termes, on voit qu'elles forment une série de plis, alternativement synclinaux et anticlinaux, tantôt droits et tantôt couchés. Ces derniers, de beaucoup les plus fréquents, les autres étant même presque exceptionnels, ont eu pour conséquence, de très importants renversements, opérés sur de grandes longueurs, lesquels ont été la cause des nombreuses erreurs d'interprétation que nous avons eu l'occasion de relever.

On voit aussi que ces plis, dans leur partie allongée, sont parallèles entre eux et, en même temps, parallèles à l'axe du massif cristallin de l'Espinouse. On remarque, en outre, que le Dévonien inférieur est fortement redressé sur le versant sud de ce dernier massif et profondément métamorphisé, à son contact, par l'action granulitique. On en conclut dès lors, naturellement, que le soulèvement de l'Espinouse, postérieur au Dévonien redressé, est, par suite du refoulement latéral qu'il a produit, sinon l'unique, du moins une des principales causes du plissement de nos terrains primaires.

Cependant, ces plis ne forment pas que des bandes rectilignes parallèles à l'Espinouse. A l'est et à l'ouest, mais surtout à l'est, on les voit nettement prendre une direction contraire, c'est-à-dire qu'en réalité, ils contournent le massif primaire ci-dessus défini, et se montrent généralement couchés dans le sens de ses pentes ; de telle sorte que, projetés horizontalement, ils donneraient, du moins les plus extérieurs, une série de zones elliptiformes concentriques ; et cette disposition singulière amène naturellement à supposer que, si notre massif primaire s'est ressenti des mouvements de l'Espinouse, il a pu ultérieurement subir l'action d'une autre force, qui se serait exercée, de bas en haut, juste en dessous de la dorsale médiane dont nous avons déjà parlé, et qui aurait

ainsi, sans les effacer, complété ou compliqué les premiers plissements.

Qu'on veuille bien observer sur la carte la formation que nous y avons représentée par la couleur chamois. Ainsi que nous l'exposons plus loin, cette formation est la plus ancienne du groupe primaire; en outre, dans toute la région de Saint-Pons, elle ne se montre que là où nous l'avons indiquée. Or, c'est elle précisément qui forme la dorsale médiane et principale de notre massif, celle que nous désignons sur nos coupes sous le nom de dorsale de Marcory. Il est facile de voir qu'elle constitue une bande particulière, qui n'est pas parallèle à celles formées par les plis des autres formations cambriennes, et qui coupe au contraire ces bandes sous un angle d'une quinzaine de degrés.

Il ne semble donc pas que son affleurement puisse être exclusivement rapporté à la même cause qui a produit celui des formations superposées. Sans doute, il s'agit bien encore ici d'un anticlinal décapité par l'érosion, mais cet anticlinal n'apparaît point comme le résultat de la pression latérale exercée par l'Espinouse; on est plutôt porté à croire qu'il est le produit d'un soulèvement central et longitudinal du massif, lequel soulèvement a déterminé une cassure, une longue fente oblique, au milieu des formations déjà plissées, et par laquelle la formation de Marcory est sortie. L'écartement des parois de la fente expliquerait le rejet, constaté, au nord et au sud, des tronçons des bandes ainsi coupées obliquement. Le soulèvement expliquerait à son tour la disposition régulière des plis autour du massif et leur renversement dans le sens de ses pentes.

Maintenant, à quoi convient-il d'attribuer ce soulèvement? Est-il dû à la poussée d'un dyke éruptif qui n'est pas venu jusqu'au jour? La chose ne paraîtra point impossible, surtout lorsqu'on saura que notre massif primaire est en quelque sorte lardé de filons éruptifs, notamment de Porphyrites, qu'on y rencontre à chaque pas et dans l'un quelconque des terrains sus-mentionnés.

STRATIGRAPHIE.

Le groupe primaire délimité par notre carte est constitué par six formations distinctes. Les quatre premières (couleurs chamois, jaune, rouge et verte) appartiennent au terrain cambrien, la cinquième (couleur bleue) appartient à l'Arenig; la sixième enfin (couleur grise) appartient au Dévonien inférieur. Ces formations sont numérotées de 1 à 6 sur nos coupes, où nous avons également représenté par une notation, 6a, mais sans en faire une division, les calcaires dévoniens.

Cambrien.

Nous avons divisé ce terrain en trois étages, savoir : un étage inférieur ou Antéparadoxidien, un étage moyen ou Paradoxidien, un étage supérieur ou Barroubien.

Étage antéparadoxidien. — L'étage inférieur, ne nous ayant pas encore fourni de caractères paléontologiques permettant de le rapporter avec certitude à un horizon de la série classique, a reçu provisoirement le nom d'Antéparadoxidien. Il comprend deux termes : à la base, une formation gréseuse, que nous avons désignée sous le nom de formation de Marcory; au sommet, une formation calcaréo-dolomitique.

Formation de Marcory. — Celle-ci est essentiellement constituée par deux sortes de grès. L'un de ces grès, disposé en bancs généralement épais, compact, très tenace, est exclusivement siliceux. Ce grès domine dans presque toute l'étendue de la formation; c'est lui, en effet, que l'on rencontre à Pardailhan ou Pont-Guiraud, à Copujol, au sud d'Aupigno, à Sainte-Colombe, etc. L'autre grès, qui paraît partout subordonné au premier, est psammitique, c'est-à-dire micacé et schistoïde.

Une particularité très remarquable de la formation de Marcory,

c'est son état extrêmement fragmenté sur toute sa surface d'affleurement, ce qui a donné naissance à une quantité formidable d'éboulis, qui se sont amassés sur les pentes et qui masquent généralement les bancs de grès en place, en même temps que les calcaires du même étage, à leur contact avec les grès. Si bien que ceux-ci, occupant déjà une altitude plus élevée que les calcaires, semblent souvent leur être superposés. C'est ce qui se voit très bien, par exemple, à Pont-Guiraud et à Copujol.

Si nous n'avons jusqu'à présent trouvé aucun fossile dans les grès exclusivement siliceux, nous avons, par contre, constaté dans les grès psammitiques l'existence de certaines empreintes qui nous ont tout l'air de traces laissées par des corps organisés, mais sur lesquelles, vu leur mauvais état de conservation, nous ne sommes en mesure d'exprimer aucun avis.

La formation de Marcory ne se prête pas à une mesure exacte quant à son épaisseur ; celle-ci toutefois paraît puissante de plusieurs centaines de mètres. Sa surface d'affleurement est relativement vaste et se présente sous la forme d'une zone allant de Pardailhan à Ferrals-les-Montagnes, et ayant par conséquent une longueur d'environ 20 kilom. Sa largeur moyenne, comprise entre 1 kilom. et 1/2 et 2 kilom., est fortement étranglée et réduite à moins de 100 mèt., au milieu de la longueur, vers Sainte-Colombe.

C'est le long de cette zone, comme nous l'avons déjà dit et ainsi qu'on peut le voir sur la carte, qu'on trouve les cotes d'altitude les plus élevées, en dehors, bien entendu, du massif cristallin de l'Espinouse, dont nous ne nous sommes pas occupés. C'est donc cette zone qui constitue la dorsale principale du massif primaire de la région de Saint-Pons. Nous avons également exposé, dans le précédent chapitre, les remarques auxquelles a donné lieu sa direction particulière et les réflexions qu'elle nous a suggérées quant aux circonstances probables où elle s'est constituée. Nous n'y reviendrons donc pas.

En ce qui concerne ses relations d'affleurement, nous ferons remarquer que si, théoriquement, la formation de Marcory doit

être partout bordée par la formation calcaire qui lui est immédiatement superposée, en fait, il n'en est pas ainsi, car on la voit indifféremment en contact, soit avec ledit calcaire, soit avec le Barroubien, soit avec le Dévonien inférieur. Dans beaucoup de cas, les contacts anormaux ne sont qu'une illusion, occasionnée par les amoncellements gréseux dont nous avons parlé un peu plus haut ; dans d'autres cas, ils sont dus à de légers glissements, ainsi que le montre la coupe III, (Pl. I). Quoi qu'il en soit, on est là en présence d'une formation essentiellement détritique, sédimentaire, se comportant, en apparence, vis-à-vis des terrains postérieurs, comme le ferait un énorme dyke éruptif, qui serait sorti au travers. L'analogie est même rendue encore plus frappante par ce fait, qu'en se constituant, la dorsale de Marcory a produit autour d'elle des effets de renversement qu'on aurait légitimement attendus de la sortie d'une roche éruptive (voir Pl. I, fig. I, III, IV et IX).

En dépit du soin que nous avons mis à le chercher, nous n'avons pas trouvé un seul point où il soit possible de constater sur quoi repose la formation de Marcory ; mais il est naturel de penser qu'elle a pour soubassement direct le terrain primitif. D'ailleurs, certains schistes séricíteux particuliers, trouvés en fragments parmi ses éboulis, là où l'on pourrait s'attendre à rencontrer le soubassement cherché, semblent bien témoigner qu'il n'y a rien d'interposé entre elle et le Primitif sous jacent.

Formation calcaréo-dolomitique. — Au-dessus des grès de Marcory, et sans transition apparente, vient la formation dont nous avons fait le second terme de notre étage antéparadoxidien. Cette formation, d'une puissance de plusieurs centaines de mètres, paraît avoir été, à l'origine, exclusivement calcaire. Depuis, elle a été fortement métamorphisée, et, aujourd'hui, elle est constituée par deux espèces lithologiques principales qui semblent se partager à peu près également son épaisseur. Il y a donc lieu de distinguer deux zones distinctes.

La zone inférieure est représentée par des bancs irréguliers d'une dolomie compacte jaunâtre, dans laquelle on voit très souvent des

parties non dolomitisées, c'est-à-dire restées calcaires, et qui tranchent par leur couleur différente, sur la pâte dolomitique. La roche ainsi définie est aussi, dans la plupart des cas, silicifère. En d'autres termes, elle a été le théâtre de phénomènes de silicification qui s'y sont traduits par la production, souvent abondante, de silex calcédonieux, informes, qui se montrent en relief sur les surfaces depuis longtemps dénudées, où les agents atmosphériques ont en partie dissous la pâte dolomitique, mais respecté le silex.

Sur certains autres points, où les silex sont moins apparents ou même font défaut, la roche se montre en quelque sorte comme imbibée de silice. Elle est très tenace et très dure ; elle fait feu sous le choc du marteau. Traitée par les acides, elle ne se dissout que partiellement et ne donne lieu qu'à une légère effervescence. Lorsqu'on la gratte avec le couteau, on voit que les deux corps se rayent mutuellement.

Ces caractères tirés de la présence de la silice ont leur importance. En effet, d'autres formations calcaréo-dolomitiques, très analogues à celle que nous décrivons, se montrent dans le Dévonien inférieur ; mais là, elles sont précisément tout à fait dépourvues de produits siliceux, et cette constatation nous a été parfois d'un grand secours pour l'interprétation des masses calcaires et leur attribution à un terrain ou à l'autre.

A cette zone inférieure sont subordonnés des calcaires schistoïdes et séricileux formant des calschistes rubanés, de couleur ordinairement blanc jaunâtre, mais parfois panachée de violet et de rouge vineux, comme à Vélieux, par exemple. Ces calschistes ne paraissent pas très constants dans la zone et n'y jouent pas un rôle bien important. Cependant, il nous paraît utile de les signaler, parce qu'ils se répètent dans la série primaire, notamment dans le Dévonien inférieur, et que, si l'on n'y prenait garde, ils pourraient, comme ils l'ont déjà fait d'ailleurs, prêter à confusion.

La zone supérieure de notre formation n'a pas été minéralisée comme la précédente ; elle ne contient ni dolomies, ni silex, et consiste essentiellement en un calcaire saccharoïde blanc ou bleuâtre, disposé en gros bancs, un peu confus, mais se terminant

parfois par des strates peu épaisses, régulières, où la séricite est assez abondante, ce qui les fait passer à l'état de calschistes rubanés et leur donne un faciès pétrographique tout à fait identique à celui de certains calcaires de notre Dévonien inférieur.

Nous n'avons trouvé aucune trace de fossiles dans notre formation calcaréo-dolomitique, et ce caractère négatif la différencie nettement, malgré les traits de ressemblance que nous venons de signaler, de la formation similaire dévonienne, laquelle est à peu près partout fossilifère et contient au moins des Encrines.

Cependant, telle que nous venons de la donner, savoir ; dolomies à la base et calcaires cristallins au sommet, la composition de notre second terme antéparadoxidien pourrait laisser des doutes, quant à sa constance, à quiconque l'étudierait pour la première fois sur le terrain. En effet, lorsqu'on a coupé à travers bancs, et de loin en loin, les grandes bandes calcaires représentées sur notre carte comme antéparadoxidiennes, celles-ci apparaissent comme n'étant point précisément homogènes. Il arrive que sur tel point l'une des bandes se montre entièrement formée par des calcaires saccharoïdes ; il arrive que sur tel autre point une autre bande débute par du calcaire cristallin, se continue par des dolomies silicifères et se termine par du calcaire cristallin ; il arrive enfin que le calcaire cristallin alterne plusieurs fois avec les dolomies dans l'épaisseur de la bande. La conclusion qui semble dès lors s'imposer est que la composition des bandes est variable. Pourtant ce n'est là qu'un trompe-l'œil, et toutes ces anomalies apparentes viennent de ce fait que tous les affleurements de calcaires cambriens, et, par conséquent, toutes les bandes en question résultent, soit de simples plis anticlinaux, droits ou couchés, soit d'une suite d'anticlinaux et de synclinaux formés par notre terme calcaréo-dolomitique, et ultérieurement érodés. Représentons-nous cette formation constituée comme nous l'avons dit plus haut et faisons lui former, par la pensée, un pli anticlinal. Une coupe transversale de ce pli donnerait évidemment un centre dolomitique, encapuchonné par du calcaire cristallin. Faisons maintenant agir l'érosion

ou la dénudation sur cet anticlinal. De deux choses l'une : ou bien son action sera légère et très superficielle, et alors il n'apparaîtra que du calcaire cristallin ; ou bien son action sera profonde, et alors nous aurons en affleurement une zone dolomitique centrale, comprise entre deux zones de calcaire cristallin Ce raisonnement suffit, croyons-nous, pour expliquer tous les autres cas où le plissement est plus compliqué, et il permet de conclure *a priori* qu'il ne peut pas y avoir de bande exclusivement dolomitique. L'observation confirme, en effet, qu'il n'y en a point.

ÉTAGE PARADOXIDIEN. — Immédiatement au-dessus des calcaires cristallins dont nous venons de parler, et sans qu'on puisse affirmer qu'il y ait réellement transition, apparaît un ensemble constitué, à la base, par des calschistes amygdalins ou rubanés et, au sommet, par des schistes argileux à pâte fine et à cassure esquilleuse. Les calschistes sont tantôt verts, tantôt rouge lie de vin, mais le plus souvent panachés. Leur calcaire, en amandes ou en plaquettes, est blanc. Ils présentent, en outre, souvent cette particularité que leurs amandes calcaires ont été dissoutes et qu'ils sont alors criblés de cavités. Les schistes offrent les mêmes colorations que les calschistes, mais ils sont aussi parfois jaunes.

Dans bien des cas, l'une des deux espèces lithologiques fait défaut, c'est-à-dire que l'étage est représenté tantôt par les calcschistes, tantôt par les schistes seuls.

Si l'on en juge d'après la largeur des surfaces d'affleurement, le groupe dont nous parlons n'a pas une épaisseur régulière. Sa puissance maxima ne paraît pas dépasser 30 mèt., mais elle se tient ordinairement bien au-dessous de ce chiffre et même, sur beaucoup de points, elle est presque insignifiante.

C'est dans les schistes exclusivement, et dans quelques localités isolées, que la faune primordiale était, jusqu'à ces derniers temps, connue. Nous avons constaté qu'elle existe tout aussi bien dans les calschistes, où nous avons recueilli des Paradoxides et des Conocoryphes, notamment à Vélieux, à Minerve et à Coulouma. Nous avons constaté également que notre Paradoxidien accom-

pagne partout la formation calcaréo-dolomitique, sur laquelle il repose directement. Nulle part on n'observe rien d'interposé entre eux.

Comme le Paradoxidien a participé à tous les plissements du calcaire sous-jacent, il est facile de comprendre qu'on doit le rencontrer et qu'on le rencontre, en effet, sur tout le pourtour de chacune des bandes d'affleurement calcaires, si réduites qu'elles soient.

Nous avons représenté l'étage, sur notre carte, par la couleur rouge afin de le rendre très apparent. Etant donnée sa faible épaisseur, nos bandes rouges, quoique très étroites, sont encore exagérées ; mais l'importance de l'étage ne nous a pas permis de négliger ses affleurements, même lorsqu'ils étaient réduits à l'état de simples traces. Toutefois, pour nous rapprocher le plus possible de la réalité et tenir compte à la fois des points où il est nettement ou imparfaitement représenté, nous avons dessiné autour des affleurements calcaires, tantôt des bandes de 1 à 2 millim. de largeur, tantôt de simples traits. Ceux-ci indiquent donc simplement la trace du Paradoxidien, les points où il est réduit à une minceur de moins de 1 mèt., et aussi ceux où il est parfois masqué, soit par des éboulis, soit par de légers mouvements latéraux qui ont un peu exhaussé le Barroubien, et l'ont mis en contact direct avec le calcaire. Au contraire, les bandes rouges de 1 à 2 millim. correspondent aux affleurements bien marqués et où l'on peut trouver des fossiles.

Les espèces fossiles recueillies dans les divers et nombreux gisements, à l'exception de quelques-unes qui nous paraissent nouvelles et que nous nous réservons d'examiner plus tard, sont les mêmes que celles qu'a publiées M. Bergeron, c'est-à-dire *Paradoxides rugulosus*, *Conocoryphe coronata*, *C. Rouayrouxi*, *C. Heberti*, *C. Levyi*, *Agnostus Sallesi*, *Trochocystites Barrandei*. Elles constituent une faune très remarquable, en ce sens qu'elles sont presque toutes spéciales au Languedoc.

Afin de bien indiquer les points fossilifères, de permettre au

lecteur de trouver aisément les noms des localités intéressantes à ce point de vue, nous avons distingué, sur notre carte, les bandes d'affleurement des calcaires antéparadoxidiens, à l'aide des signes B_1, B_2, B_3, B_4. Les bandes B_1 et B_2 se confondent au delà de Pardailhan. La bande B_1 présente un fort étranglement vers La Camp, mais se montre sans interruption sur toute son étendue. La bande B_2, coupée par l'affleurement du grès de Marcory, comprend trois tronçons, savoir : celui de Rodomouls à la Bourriette, celui de Rieussec et celui de Faillières. La bande B_3 comprend quatre tronçons, savoir : celui de Colfumat à Ligno, celui des Thérondels, celui de Lucarnis et celui de Ferrals. On remarquera que cette bande est coupée également par la formation de Marcory, vers Sainte-Colombe. Enfin la bande B_4 comprend trois tronçons : celui de Mézouilhac, celui, peu développé, de la Fumade et celui de Malviès.

Un examen un peu attentif de notre carte fera voir que ces différentes bandes sont partout entourées de Paradoxidien, excepté naturellement là où le calcaire antéparadoxidien est en contact avec la formation de Marcory, c'est-à-dire entre Pont-Guiraud et Sainte-Colombe, d'une part, et d'autre part, entre Favayrolles et Ferrals, ou bien là où il se montre en contact avec le Dévonien inférieur, c'est-à-dire au nord et à l'ouest de Ferrals ; mais là encore, le contact n'est pas si intime qu'il ne laisse apparaître un peu de Paradoxidien, que nous n'avons pas marqué, comme par exemple au sud-ouest de l'îlot calcaire de la Balme et au nord de la bande calcaire très étroite qui va de Ferrals à Lacaune.

En d'autres termes, l'affleurement du Paradoxidien ne peut exister et n'existe qu'entre celui du calcaire sous-jacent et celui du Barroubien superposé. C'est ce que l'on constate sur le terrain et ce que reproduit fidèlement notre carte.

Voici pour chacune des bandes ci-dessus les noms des localités où le Paradoxidien est fossilifère, c'est-à-dire où l'on peut recueillir des fossiles nombreux et en bon état, car s'il ne s'agissait que de débris, on en trouverait à peu près partout.

Pour la bande B_1 : *Vélieux*, La Camp, *Coulouma*, Camprafaud.

Pour la bande B_2 : *Faillières*, Aupigno, *Rodomouls*, les Contentes.

Pour la bande B_3 : *Ferrals*, Favayrolles, Cousses, *Lucarnis*, *les Thérondels*, Ligno, Euzèdes, N.-D. de Trédos, *Bonnefond*, Campels, Colfumat.

Pour la bande B_4 : *Mézouilhac* (sur le bord sud de la bande).

Les noms en italiques sont ceux des localités où les gisements sont les plus riches, et, à ce point de vue, il convient de citer particulièrement Coulouma et Vélieux.

Nous avons rapporté de nos excursions des collections importantes et fort belles. Celles qui appartiennent à la Faculté des Sciences de Montpellier se sont enrichies de pièces de choix, recueillies et gracieusement offertes par plusieurs de nos amis, notamment par MM. Bousquet, Reverdy frères, Gaston etc., auxquels nous sommes heureux d'adresser ici l'hommage de notre vive reconnaissance et de notre admiration pour l'entrain et la sagacité dont ils ont fait preuve au cours de leurs recherches.

Étage Barroubien. — Notre Paradoxidien est partout recouvert par une formation très puissante, débutant par des grès quartziteux et se terminant par des schistes. Les premiers bancs de grès quartziteux alternent avec les derniers lits de schistes paradoxidiens, contenant encore des Paradoxides. On peut donc dire que le nouvel étage est intimement lié au précédent. Mais l'alternance que nous venons d'indiquer n'a lieu que dans une zone étroite, c'est-à-dire que les schistes à Paradoxides disparaissent vite, pour laisser se développer les grès, qui se présentent dès lors sous la forme de bancs épais, puis qui finissent par alterner avec d'autres schistes très différents, ceux par lesquels l'étage se termine. Nous ferons remarquer plus loin, lorsque nous parlerons de l'Arenig, qu'il est impossible de saisir la limite où commence ce dernier étage, tant est étroite son union avec celui dont nous nous occupons maintenant.

Nous voici donc en présence d'une formation, comprise entre un Paradoxidien bien caractérisé et un Arenig dont les caractères ne sont pas moins incontestables, et occupant, par le fait même, la place d'une série de sédiments classiques. Cette formation est-elle l'équivalent synchronique de tous ces sédiments, ou bien d'une partie, ou bien d'un seul d'entre eux? C'est là une question à laquelle il sera impossible de répondre tant que la formation considérée n'aura pas fourni de fossiles, et il se peut qu'elle reste très longtemps rebelle aux investigations des chercheurs. Peut-être est-elle appelée à se fondre dans les deux terrains qui l'encaissent, c'est-à-dire, par en bas, dans le Paradoxidien et, par en haut, dans l'Arenig. Peut-être aussi une bonne partie conservera-t elle une indépendance relative qui permettra de la rapporter à un des intermédiaires classiques connus.

L'un de nous avait tout d'abord donné à cette formation le nom de Postcambrien, auquel, un peu plus tard et d'un commun accord, nous avons substitué celui de Postparadoxidien. C'est le sens vague de ces expressions qui nous les avait fait choisir; mais, après réflexion, nous avons trouvé que leur signification était encore trop précise, et nous avons cru devoir les remplacer par le nom de ***Barroubien***, qui a l'avantage de ne rien laisser préjuger et de rappeler en même temps une des régions, Barroubio, où la formation est le mieux développée, et où l'on peut le mieux saisir ses rapports avec l'étage qui la supporte et celui qui la recouvre.

Ainsi donc, en créant ce nom de Barroubien, nous n'avons eu nullement l'intention de créer un étage nouveau; nous avons voulu simplement désigner un groupe de sédiments que nous soupçonnons devoir disparaître, en tant que terme de notre série primaire, sous cette dénomination, mais que nous conservons tel quel, jusqu'à nouvel ordre, parce que nous ne sommes pas actuellement en mesure de le synchroniser d'une façon précise avec quoi que ce soit.

D'autres raisons nous ont portés à l'envisager et à le présenter sous cette forme indépendante, au moins provisoirement; ce sont: 1° sa puissance de plusieurs centaines de mètres; 2° l'immense

surface qu'il occupe dans l'arrondissement de Saint-Pons ; 3° le rôle considérable qu'il joue, par suite, dans l'économie géologique de cette région ; 4° les nombreuses confusions qu'il a fait naître, tant qu'il n'a pas été connu, c'est-à dire, avant nous.

En effet, les plissements qu'il a subis, et dans lesquels nous avons reconnu une nombreuse alternance de plis anticlinaux et synclinaux, auxquels participent d'ailleurs les étages sous-jacents et l'Arenig superposé, ont laissé croire, suivant que les plis étaient couchés dans un sens ou dans l'autre, qu'il était ou bien inférieur au Paradoxidien, ou bien supérieur à l'Arenig (voir nos coupes). De là, les attributions erronées que l'on s'explique aisément aujourd'hui.

Là où l'Arenig était absent et où la série cambrienne était renversée, on comptait de bas en haut : 1° le Barroubien, dont on faisait l'*Annélidien* ; 2° le Paroxidien ; 3° le groupe calcaréo-dolomitique antéparadoxidien, dont on faisait du *Dévonien*. Là où il y avait renversement de la même série, augmentée de l'Arenig, on comptait, de bas en haut : 1° l'Arenig ; 2° le Barroubien, dont on faisait l'*Armoricain*, à cause de ses grès et sans qu'on y ait jamais rencontré de fossiles ; 3° le Paradoxidien ; 4° enfin, le Calcaire antéparadoxidien, qui restait toujours *dévonien*. La superposition de ces deux derniers termes était alors considérée comme simplement apparente, et un jeu de faille intervenait, qui expliquait tout.

Nos coupes montreront assez l'inexactitude de ces différentes manières de voir, pour que nous n'ayons pas besoin d'entrer dans de plus amples considérations à ce sujet. Elles prouveront en même temps que toutes les complications supposées doivent désormais faire place à ce que l'on peut considérer comme la simplicité même.

Ainsi que nous l'avons dit, notre étage barroubien ne nous a encore fourni aucune trace de fossiles ; toutefois, l'un de nous a trouvé à Barroubio, dans cette zone de passage que nous avons signalée, où semble finir le Barroubien et où semble com-

mencer l'Arenig, quelques formes qui appartiennent incontestablement à la faune seconde et qui paraissent différer des espèces qui ont été jusqu'ici rencontrées dans l'Arenig languedocien. Cette trouvaille est intéressante sans doute, mais elle ne prouve rien de précis, en ce qui concerne le Barroubien, lequel, nous le répétons, est surtout constitué par les grès quartziteux.

Nous avons dit également qu'on resterait longtemps peut-être avant de trouver quoi que ce soit dans ces grès, et notre hypothèse est basée sur la nature même de la roche, entièrement siliceuse, très compacte, et presque passée à l'état de quartzite, ce qui n'est pas, on le sait, un milieu bien favorable à la conservation des restes organiques. Mais une autre considération vient fatalement à l'esprit, lorsqu'on se préoccupe de la découverte de la faune barroubienne. Cette considération est la suivante : il est possible que tôt ou tard les chercheurs trouvent des fossiles là où nous avons signalé le Barroubien, c'est-à-dire dans les zones d'affleurement qui correspondent à la teinte verte de notre carte ; mais ces fossiles, soit qu'ils appartiennent à la faune première, soit qu'ils appartiennent à la faune seconde, pourraient bien alors donner une fausse indication, et voici comment : lorsqu'on parcourt, en la coupant à travers bancs, l'une quelconque des zones d'affleurement du Barroubien, on ne peut s'empêcher de trouver que la constitution de cet étage semble beaucoup plus compliquée que nous ne l'avons dit. On y voit, en effet, apparaître, et quelquefois à plusieurs reprises, des schistes, qu'à première vue on serait tenté de confondre les uns avec les schistes de l'Arenig, les autres avec les schistes du Paradoxidien. Sont-ce bien là des enclaves particulières devant être rapportées au Barroubien ? C'est possible ; mais il se peut aussi qu'elles lui soient étrangères.

Qu'on se reporte par la pensée à l'époque où le Cambrien et l'Arenig superposés n'avaient pas encore subi les plissements que nous leur connaissons aujourd'hui. Un simple coup d'œil jeté sur nos coupes et, en particulier, sur les fig. III, IV, V, VI et IX, fera voir que, si l'Arenig n'existe plus que sur le pourtour du massif Cambrien, il devait le recouvrir totalement à l'origine, et aussitôt

après le plissement, c'est-à-dire avant d'avoir été enlevé par l'érosion d'au-dessus toute la masse cambrienne, d'où il a disparu.

Cependant, il y a lieu de croire que cette destruction de l'Arenig par l'érosion n'a pas été absolument complète, et qu'il a pu en rester quelques traces, quelques lambeaux, pincés dans les plis synclinaux du Barroubien.

A l'appui de cette hypothèse, nous ferons remarquer qu'en certains points des affleurements barroubiens, on trouve, en effet, sur le sol, des nodules quelquefois fossilifères, et qui ressemblent tellement aux nodules de l'Arenig qu'il est impossible de ne pas les rapporter à cette dernière formation ; c'est ainsi que nous en avons trouvé dans les environs de Sainte-Colombe et dans les environs de Saint-Martial, à l'ouest principalement. C'est ainsi encore que des personnes, parfaitement dignes de foi et habituées à la recherche de ces nodules, nous ont affirmé en avoir trouvé quelques-uns, tout le long de l'affleurement barroubien, compris entre nos bandes calcaires cambriennes B_2 et B_3. Il nous en serait signalé ailleurs, et dans les mêmes conditions, que nous n'en serions point surpris, leur présence sur les affleurements du Barroubien s'expliquant de la façon la plus naturelle par l'hypothèse que nous venons d'émettre.

En revanche, aucun de ces nodules n'a été trouvé en place, ni dans les grès quartziteux, ni dans les schistes du domaine barroubien proprement dit.

Il nous a été impossible, on le comprendra, de délimiter ces lambeaux d'Arenig, ainsi pincés et comme perdus dans les plis de l'étage sous-jacent. Obligés de les négliger, lorsque nous avons colorié notre carte, nous nous étions réservé d'en faire tout au moins mention dans le texte.

Ce que nous venons de dire de l'Arenig s'applique tout aussi bien au Paradoxidien. Il ne faut pas oublier, en effet, que ce dernier étage a participé au plissement de l'ensemble et qu'il doit dessiner souterrainement des plis, comme le montrent nos coupes. Recouvert et protégé par le Barroubien, il a beaucoup moins souffert de l'érosion que l'Arenig. Nous n'avons retenu de ses affleu-

rements que ceux qui accompagnent et entourent les affleurements calcaires, mais il se peut fort bien qu'en plein gisement barroubien, l'action érosive ait pénétré assez profondément pour atteindre et mettre à nu le Paradoxidien, sans aller jusqu'au calcaire sous-jacent. Ainsi s'expliqueraient alors dans le Barroubien ces enclaves isolées de schistes ou de calschistes à faciès paradoxidien, qui ont si souvent attiré notre attention et où nous avons toujours été poussés instinctivement à chercher la faune primordiale.

Si donc on découvre jamais des fossiles là où nous avons indiqué du Barroubien, il y aura lieu de s'enquérir avant tout de leur provenance exacte, c'est-à-dire de la nature des couches où on les aura trouvés; et tant qu'ils n'auront pas été extraits de la formation barroubienne authentique, on sera fondé à objecter qu'ils ne lui appartiennent peut-être pas.

En ce qui concerne les limites du Barroubien, celles qui, sur notre carte, le séparent du reste du Cambrien sont exactes; mais celles qui le séparent de l'Arenig, auquel il passe insensiblement, et du Dévonien inférieur avec lequel il se confond souvent, ne sont pas d'une précision rigoureuse. Nous avons tracé les lignes de séparation, du côté du Dévonien, en nous basant sur les caractères pétrographiques, et du côté de l'Arenig, en prenant pour criterium la présence des nodules à faune seconde, toutes les fois que l'existence de ces nodules a pu être matériellement constatée; mais prévoyant que les nodules en question pourraient être ultérieurement, sur certains points, rencontrés dans des couches encore plus inférieures que celles où nous les avons vus, nous avons rétréci d'autant les affleurements barroubiens. Les surfaces occupées sur notre carte par l'Arenig sont donc, e général, plutôt légèrement exagérées que réduites.

En résumé, le Cambrien de l'Hérault comprend quatre termes, répartis en trois étages, et offrant ensemble une épaisseur que nous n'avons pu mesurer exactement, mais qu'on peut évaluer à 1,200 mètres au minimum. Le plus inférieur de ces termes n'affleure que

le long de la dorsale dite de Marcory. Les trois autres se suivent partout dans l'ordre où nous les avons décrits, le Paradoxidien étant toujours et exclusivement compris entre l'Antéparadoxydien calcaire et le Barroubien. Ils ont été plissés ensemble, puis érodés, de façon qu'ils apparaissent plusieurs fois à la surface du sol, où ils forment des bandes parallèles; et, suivant que les plis sont droits ou couchés, la série des trois termes est normale ou renversée.

Les faits qui précèdent peuvent être vérifiés aisément partout, mais les localités qui peuvent être le plus utilement visitées, celles où la constitution du Cambrien se montre avec toute la clarté désirable, sont, sans conteste, Coulouma, Vélieux et Ferrals.

A Coulouma, ainsi que l'indiquent nos coupes IV et VI, on a, à l'ouest, la série normale et, à l'est, la série renversée. Le Paradoxidien y est largement représenté et contient de nombreux et beaux fossiles.

A Vélieux, la série est normale, et ses trois termes, disposés à peu près horizontalement, se montrent ensemble sur les berges du Briant jusqu'aux portes de Minerve. Là, par exception, une cassure s'est produite, perpendiculairement à la direction du ruisseau, et a été suivie du renversement de tout le Cambrien, au sud de la cassure. C'est ce qu'on voit sur notre coupe II. Le Paradoxidien y est très fossilifère, et s'y présente avec ses calschistes et ses schistes bien développés.

A Ferrals, la série Cambrienne est renversée, mais, ainsi que le montre notre coupe I, elle se redresse vite, au sud, vers Cassagnolles, où le Barroubien est normalement recouvert par l'Arenig. On y trouve de beaux fossiles, comme dans les localités précédentes, et de magnifiques phénomènes de plissement et de torsion dans le Barroubien.

Arenig

La zone de transition où se termine le Barroubien et où commence l'Arenig, zone que nous avons fait entrer à peu près tout entière dans ce dernier terrain, est constituée par des schistes micacés, gréseux, luisants, offrant cette particularité d'être forte-

ment plissés, chiffonnés en quelque sorte ou enroulés sur eux-mêmes, de manière à former de gros boudins, et présentant en même temps sur leurs faces des reliefs qui rappellent de loin les formes bilobitiques. Bien que quelques-uns de ces reliefs bizarres se répètent, tels que, par exemple, ceux qui simulent des lentilles, des boutons, des tiges ramifiées, il est impossible de voir en aucun d'eux rien d'organique. Cependant il nous a paru intéressant de les signaler, parce qu'ils constituent là comme l'avant-garde des formes similaires, qui caractérisent l'Arenig, surtout le sous-étage armoricain, et parmi lesquelles on a distingué les genres Cruziana, Bilobites, Vexillum, etc.

Après ces schistes en viennent d'autres, plus séricileux et moins consistants, alternant par couches, un nombre indéfini de fois, avec des strates minces ou de simples lits de grès siliceux, souvent micacés. Ces lits sont plus ou moins nombreux et plus ou moins développés; ils peuvent même faire défaut sur d'assez grandes étendues. Quoi qu'il en soit, on peut dire que, d'une manière générale, c'est en cette alternance de schistes séricileux et de grès que consiste toute la pétrographie de l'Arenig dans l'arrondissement de Saint-Pons. Ce caractère apparait bien surtout dans la plaine de Saint-Chinian jusqu'à l'est, et un bon moyen de s'en convaincre, c'est de couper l'étage à travers bancs, de Saint-Chinian à Poussaroux ou de Prades à Berlou.

Dans l'affleurement de Cassagnolles, les grès sont rares et les schistes très prépondérants. Dans l'étroite bande que nous avons figurée, allant de Riols jusqu'au delà de Teussines, en passant par Pont-de-Ratz, les schistes de l'Arenig sont très comprimés, très quartzeux et très ferrugineux, et ce n'est que vers le bois de Sérignan qu'ils reprennent le type séricileux de Cassagnolles et de Saint-Chinian.

Partout l'Arenig, tel qu'il est figuré sur notre carte, est fossilifère, et les fossiles se trouvent, soit dans les feuillets schisteux, soit, et principalement, dans des nodules plus ou moins ovoïdes ou lenticulaires. La faune est celle qui a déjà été publiée et dont les principaux types caractéristiques sont : *Bellerophon Œhlerti*,

Calymene Filacovi, *C.* cf *Verneuili*. *Agnostus ferralsensis*, *Asaphelina Barroisi*, *A. Miqueli*, *Orthis Carausii*, *Ort.* cf *Menapiæ*, *Vexillum Rouvillei*, etc.

Vers l'est, c'est-à-dire dans la région des bois de Cessenon, des grès, très analogues à ceux qui sont intercalés dans les schistes, prennent un assez grand développement et y terminent l'Arenig. Ces grès contiennent *Lingula Lesueuri* et représentent par conséquent le sous-étage du grès armoricain. Une petite partie de ces grès à Lingules rentre dans le cadre de notre carte. Nous ne l'avons pas représentée, pour éviter les complications de couleur et de signes, nous réservant de signaler la formation dans notre texte.

Il est encore un autre point où les mêmes grès se montrent suffisamment développés pour mériter d'être mentionnés ici. C'est au lieu dit la Cabosse, situé sur la route de Coulouma à Assignan, au contact même du tertiaire nummulitique. Il est vrai que nous y avons vainement cherché des Lingules, mais la nature des grès et leur position au-dessus de l'Arenig fossilifère ne nous laissent aucun doute sur leur âge armoricain.

La composition totale de notre Arenig, telle que nous venons de l'exposer, diffère très sensiblement de celle du même étage, que deux de nous ont étudié et décrit, il y a un peu plus d'un an, dans la région de Cabrières (Hérault). En effet, dans cette dernière région, l'Arenig se laisse facilement diviser en quatre termes bien distincts, qui sont, de bas en haut : 1° les schistes ampéliteux noirs à Amphions ; 2° les schistes de Boutoury ; 3° les schistes gréseux à Bilobites ; 4° les grès à Lingules (*L. Lesueuri*). Or, les ***schistes ampéliteux noirs*** n'ont pas été rencontrés dans l'arrondissement de Saint-Pons, et il nous semble bien même que le genre ***Amphion*** n'y a pas encore été recueilli. Notre opinion se fonde non seulement sur le résultat négatif de nos recherches personnelles, mais aussi sur l'examen que nous avons pu faire de certaines collections particulières, dont quelques-unes très riches et très belles, telles que, par exemple, celle de M. le Dr Villebrun, de Saint-Chinian. Mais nous disons seulement que les Amphions

n'ont pas encore été recueillis dans la région, ce qui ne prouve nullement qu'ils n'y existent pas. Peut-être un jour les y trouvera-t-on, et il est probable que ce sera alors, comme à Cabrières, à l'extrême base de l'Arenig, et, sans doute, dans des schistes non ampéliteux, car la nature ampéliteuse des schistes à amphions de Cabrières peut fort bien n'être qu'un caractère local de l'Arenig inférieur.

Les *Schistes de Boutoury* comprennent un groupe de schistes, offrant des faciès et des compositions minéralogiques très différents, savoir : 1° Des schistes argileux brunâtres, à pâte fine, très fragmentés, et dont le type se trouve à la colline même de Boutoury. Ceux-ci, outre la faune déjà citée, ont fourni une faune graptolitique très intéressante et relativement très riche, étudiée par M. Barrois, qui l'a rapportée à l'Arenig moyen. 2° Des schistes ardoisiers sériciteux, bien développés à l'ouest de la colline de Boutoury, au ruisseau de Clauzeran, et offrant beaucoup d'analogie avec ceux de Cassagnolles ; 3° Enfin d'autres schistes plus quartzeux, très comprimés et ferrugineux, développés dans les environs de Mourèze, et rappelant singulièrement les schistes de Saint-Barthélemy et de Pont-de-Ratz, à Saint-Pons. Ces deux dernières variétés de schistes contiennent toujours la faune de l'Arenig languedocien, mais les Graptolites y font défaut ou du moins y sont très rares.

Or, l'Arenig de l'arrondissement de Saint-Pons n'a jusqu'à présent offert aucun schiste comparable à ceux de Boutoury même, qui contiennent la faune graptolitique ci-dessus. Ces derniers sont dès lors peut-être une formation localisée et spéciale à la région de Cabrières ; et cette hypothèse restera plausible tant qu'on n'aura pas trouvé leurs graptolites dans l'Arenig de Saint Pons.

En résumé, l'Arenig de Saint-Pons et celui de Cabrières sont caractérisés par une faune commune, mais se distinguent l'un de l'autre par une composition différente, celui de Cabrières comprenant deux formations, probablement locales, mais où s'ajoutent, à la faune commune, d'une part des amphions et d'autre part des

graptolites, celui de Saint-Pons n'ayant encore offert aucune trace ni de ces deux formations, ni de leurs faunes spéciales.

Il existe encore un autre caractère de dissemblance, moins important, mais digne d'être cité. A Cabrières, les Bilobites sont parqués dans des schistes gréseux, qui ne nous ont paru admettre aucun autre fossile ; dans l'arrondissement de Saint-Pons, il semble qu'il en soit autrement, les bibolites, du moins les ***Vexillum Rouvillei***, se montrent dans les mêmes gisements que les nodules fossilifères.

Il nous reste maintenant à parler des principaux effets produits sur notre Arenig par les plissements qui l'ont affecté en même temps que le Cambrien, et en particulier, que le Barroubien.

A l'exception de la région de Cassagnolles, à l'ouest, et de celle comprise entre Barroubio et Belle Raze, au sud, où l'Arenig repose normalement sur le Barroubien, ainsi que le montrent nos coupes I, III, IV et VI, on peut dire que, presque partout ailleurs, l'Arenig est renversé, qu'il repose, en d'autres termes, sur le Dévonien par suite d'un pli qui l'a couché dessus, et qu'il supporte le Barroubien par suite du même plissement.

C'est ce qui a lieu sur toute l'étendue de l'affleurement, allant de Riols au delà de Teussines. En effet, à la Vignole, à Saint-Barthélemy, à Pont-de Ratz et sur tout le versant sud du bois de Sérignan, l'Arenig, couché sur le Dévonien et sous le Barroubien, plonge vers le sud, comme les deux terrains qui l'encaissent. C'est ce que montrent nos coupes III et V.

Une disposition identique s'observe dans le gisement de l'est, depuis Drouille jusqu'à la hauteur du coude que forme l'Orb pour se diriger directement vers Roquebrun. C'est ce qu'indique notre coupe IX, allant de Pardailhan à Vieussan.

Au delà de ce point, l'Arenig reste renversé sous le Barroubien, tout le long de la limite qui le sépare de ce dernier étage, jusqu'au delà de Donnadieu ; tandis que sur l'autre limite de l'affleurement, c'est-à-dire vers le bois de Cessenon, Prades, Saint-Chinian, il est redressé.

Pour nous résumer en quelques mots et rendre en même temps plus claires les explications qui précèdent, nous dirons que sur toute l'étendue de son contact avec le Barroubien, l'Arenig épouse absolument l'allure de ce dernier, c'est-à-dire qu'ils sont ensemble ou renversés ou en situation normale. Nous ajouterons que le renversement est plus fréquent que la position normale, puisqu'on l'observe sur plus de la moitié du pourtour du massif Cambrien.

Entre l'Arenig, que nous venons de décrire, et le Dévonien inférieur, dont nous allons parler, nous n'avons rencontré, dans la région limitée par notre carte, aucune autre formation silurienne. Mais nous devons faire observer que, si nous nous étions portés un peu plus à l'est, vers Roquebrun et Saint-Nazaire-de-Ladarez, nous eussions retrouvé, en grande partie du moins, la série primaire de Cabrières. De même, vers l'ouest, un Dévonien plus complet nous aurait apparu. Mais notre but a été surtout de décrire les formations les moins connues et, en particulier, le Cambrien ; c'est ce qui nous a fait restreindre nos observations à la région ci-dessus.

Qu'il nous soit permis de remercier ici, à propos de l'Arenig, comme nous l'avons fait à propos du Paradoxidien, les personnes, notamment MM. le Dr Villebrun, Fréchinet, Bompaire, Viste, dont le gracieux concours et les précieux renseignements ont contribué à nous faciliter certaines recherches, qui eussent été pour nous beaucoup plus longues et beaucoup plus pénibles.

Dévonien inférieur.

Sur le bord septentrional de notre massif primaire, ou, plus exactement, tout le long du versant sud du massif cristallin de l'Espinouse, et relevée sur ce versant jusqu'à des altitudes voisines parfois de 900 mèt., existe une formation complexe, dont l'interprétation et la délimitation n'ont pas été sans nous donner quelque peine. Cette formation est essentiellement constituée par

des schistes épais, enclavant des calcaires également très puissants. Nous avons représenté l'ensemble par la teinte grise, et les calcaires en particulier par un pointillé noir.

Disons de suite que le contact direct de la formation avec le massif de l'Espinouse, où abondent les roches granulitiques, a eu pour conséquence un métamorphisme profond de ses schistes, qui de ce fait auraient été méconnaissables, si leurs enclaves calcaires n'avaient pas fourni les caractères paléontologiques qui nous ont permis de préciser leur âge. C'est dire que ces schistes sont pétrographiquement assez variés. Ils le paraissent, en effet, à première vue ; mais un examen attentif et répété montre que leur complication est plus apparente que réelle, et, de l'étude que nous avons faite de la formation tout entière, il résulte que généralement celle-ci débute par des schistes ardoisiers à grandes dalles, se continue par une zone où prédominent les calcaires et se termine par d'autres schistes, remarquables par leur structure fibreuse, xyloïde, qui les fait ressembler, dans une foule de cas, à des morceaux de bois pétrifié.

Dans tous ces schistes, et sur beaucoup de points, le quartz abonde souvent, sous forme de filons, de veinules, et, en particulier, dans la région qui s'étend de Bardou jusqu'au delà de Ferrals, il entre comme élément très prépondérant dans la composition de certaines couches, dont il fait de véritables quartzito-schistes amygdalins, que l'on voit alterner avec les autres schistes moins quartzeux.

Les schistes sont en outre très séricileux et, si l'on n'y prenait garde, pourraient être confondus souvent avec les schistes à séricite de la série primitive. D'autant plus que, lorsqu'on les suit vers le nord, ils passent de la façon la plus insensible aux micaschistes et aux gneiss, et qu'enfin, sur certains points, ils sont maclifères, comme par exemple, un peu au delà de la limite orientale de notre carte, en face du Poujol, dans les environs du hameau du Margal.

Même avant d'avoir eu recours aux caractères paléontologiques

de la formation, sa constitution lithologique nous avait fait penser à celle du Caragnas de Cabrières, qui lui est, en effet, au moins très analogue, si elle ne lui est pas identique. D'ailleurs, nous nous sommes assurés que, si partant d'un point quelconque de notre terrain, on le suit en direction vers l'est, on va ainsi tout droit à Cabrières, où son affleurement se termine précisément au Caragnas. Or, on sait que les schistes caragnasiens ont fourni des fossiles, en mauvais état sans doute, mais parmi lesquels M. Barrois a reconnu *Pleurodyctium problematicum*. Ce précieux fossile a permis dès lors de classer le système caragnasien, et d'en faire le Dévonien inférieur du Languedoc.

Comme notre formation est la continuation occidentale du Caragnas, nous l'avons tout naturellement synchronisée avec ce dernier. Au reste, d'autres raisons nous ont portés à admettre cette équivalence. Les fossiles caragnasiens auxquels nous venons de faire allusion, proviennent de schistes, remarquables par ce fait qu'ils sont criblés de cavités, dont la plupart forment les empreintes en creux de fossiles disparus. Ces cavités ont valu aux schistes qui les présentent le nom de schistes troués. Or, des schistes troués, analogues à ceux de Cabrières, se montrent sur plusieurs points de notre Dévonien de Saint-Pons. Il est vrai qu'ils ne nous ont pas fourni de fossiles, mais nous avons le sentiment qu'avec du temps et de la patience, on finirait par y trouver les formes du Caragnas. Quoi qu'il en soit, leur existence seule n'en est pas moins précieuse à constater, car elle ajoute encore à l'analogie que nous venons de signaler.

Cependant il y a plus et mieux. Les calcaires inclus dans les schistes renferment, en effet, une faune, qui n'est pas, si l'on veut, très variée, mais qui offre un grand intérêt.

Dans les régions où ils sont le plus développés, comme, par exemple, à Combeliobert, le bois de Sérignan, Saint-Pons, Riols, Saint-Etienne d'Albagnan, Olargues, la Fenouilhède, Tarassac, ces calcaires se montrent, à la base, cristallins, saccharoïdes, en gros bancs, où sont ouvertes de nombreuses carrières, d'où l'on extrait de fort beaux morceaux de marbre blanc, ou bleuâtre, ou rosé. Au

sommet, les calcaires deviennent séricileux, alternent même avec de minces lits de schiste et ne se présentent plus que sous forme de plaques, ou bien sous forme de morceaux fibreux, xyloïdes, ou bien enfin sous celle de calschistes rubanés.

Les calcaires saccharoïdes de la base admettent aussi des dolomies, formant parfois des masses énormes et tout à fait comparables à celles que nous avons constatées dans notre groupe calcaréo-dolomitique cambrien ; mais nous rappelons que ces dernières étaient presque partout criblées de concrétions siliceuses, que nous n'avons jamais trouvées dans les dolomies dévoniennes.

En outre, les calcaires dévoniens sont encrinitiques. Nous nous empressons de reconnaître que les Encrines sont très rares dans la pâte même des calcaires en gros bancs de la base, mais cette rareté provient certainement de leur destruction par la cristallisation des calcaires. Dans tous les cas, il y en existe, et nous en avons trouvé à Olargues, là où les calcaires sont coupés par la voie ferrée. D'ailleurs, elles sont déjà assez fréquentes sur les faces de jonction de ces mêmes gros bancs dont nous parlons, et, au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'assise, leur nombre augmente rapidement, si bien que. lorsqu'on atteint les couches supérieures, elles pullulent. Leurs articles se montrent en relief sur les faces des plaquettes, où l'on trouve même des fragments de tiges ayant parfois plus de vingt centimètres de longueur. Leur grosseur varie de celle d'une aiguille à tricoter à la grosseur du petit doigt.

On trouve donc des Encrines partout où nous avons signalé des calcaires dévoniens, et elles sont toujours réparties dans l'assise comme nous venons de le dire. Nous citerons, comme étant les plus riches et les plus remarquables, les gisements de Courbou, la Fenouilhède, Tarassac, Combeliobert et le bois de Sérignan ou Teussines.

Cependant, nos calcaires dévoniens ne contiennent pas que des Encrines. Nous y avons découvert, notamment à Courbou et surtout à Teussines, toute une faune, en bon état, mais très difficile à dégager de la roche, et composée d'une série de types, tels que Polypiers, Brachiopodes (Atrypa), Trilobites (Phacops), etc. Nous

nous sommes réservé de fouiller ultérieurement avec soin les gisements dont nous parlons, ainsi que plusieurs autres du même étage, situés en dehors de l'arrondissement de Saint-Pons et qui s'annoncent comme très riches. Nous ferons du tout, s'il y a lieu, l'objet d'un mémoire spécial, le temps nous ayant fait défaut pour recueillir et étudier ces fossiles, de façon à pouvoir consigner ici les résultats de cette étude que nous prévoyons devoir offrir un grand intérêt.

Comme on peut le voir sur notre carte, les calcaires dévoniens sont massés sous la forme d'une épaisse et longue assise, presque ininterrompue de l'est à l'ouest, du moins jusqu'aux Verreries de Moussan, après quoi on les voit affleurer sous forme d'îlots jusqu'au delà de Ferrals. Quelques rares enclaves se montrent au nord de l'assise principale. Enfin, nous devons appeler spécialement l'attention sur la masse qui s'étend de Bégot bas à Combeliobert et qui se trouve séparée de la masse principale par l'affleurement d'Arenig allant de Riols à Teussines. Nous y voyons un énorme lambeau détaché de l'assise principale, pendant les mouvements qui ont plissé le massif primaire, et resté à cheval sur l'Arenig et le Barroubien, avec lesquels il est, bien entendu et ainsi que le montre notre coupe III, en discordance de stratification, tandis que l'assise principale, restée en place, est parallèle à l'Arenig, qui s'est couché dessus.

Un cas, identique en tous points, nous est offert, à l'est, par la longue et étroite corniche de calcaire dévonien à Encrines, qui de Berlou, va passer à Escagnès et à Mézeilles, pour se terminer en face de Drouille, où elle rejoint les calcaires de la Fenouilhède ou de Courbou. Cette corniche repose ici encore à la fois sur l'Arenig et le Barroubien (voir notre coupe IX) ; elle est parallèle, en direction, à l'énorme masse calcaire de Vieussan, qui, elle aussi, supporte un pli couché d'Arenig et que l'affleurement de ce dernier étage sépare du lambeau détaché, c'est-à-dire de la corniche.

A propos de l'assise principale dont nous venons de parler, le

pointillé noir par lequel nous avons représenté son affleurement pourrait faire croire qu'il s'agit là, dans toute l'étendue de la bande, d'une masse exclusivement calcaire. C'est bien, en effet, la réalité sur la plupart des points, mais sur les autres, il ne s'agit que d'une alternance souvent répétée de schistes et de calcaires. Si nous avions voulu faire la part exacte des uns et des autres, nous n'y serions d'abord que très difficilement parvenus, ensuite le dessin aurait été si compliqué qu'il n'aurait donné qu'une fausse idée de l'état réel des choses. Comme, en somme, les calcaires sont généralement prépondérants, nous avons négligé les schistes intercalés.

D'ailleurs, les alternances en question de schistes et de calcaires sont la plupart du temps le résultat de plis, qui ramènent ainsi à l'affleurement la même couche un grand nombre de fois. Un bel exemple de ces plissements dévoniens s'est présenté sur le chemin qui va de la Fenouilhède à Courbou; un autre, sur une bonne partie de la route allant de Courniou aux Verreries de Moussan, en particulier dans les environs des Usclats.

Ces plissements si intéressants n'existent point que là ; et s'ils sont, ailleurs, moins apparents ou même tout à fait invisibles, on peut et même on doit en admettre l'existence, si l'on veut logiquement expliquer l'épaisseur irrégulière mais formidable que semble présenter ce Dévonien inférieur. Nous disons formidable, car étant donné le redressement des schistes et des calcaires dévoniens, s'ils ne forment pas de plis, il faut admettre forcément pour l'étage jusqu'à quatre et même cinq kilomètres de puissance, ce qui nous paraît fort exagéré et par conséquent fort douteux.

Enfin, en terminant, nous répondrons par avance à une objection qui pourrait nous être faite au sujet de la faune trouvée dans les calcaires. Ces Polypiers, ces Brachiopodes, ces Phacops, dont nous avons parlé plus haut, font naturellement songer au Dévonien moyen et paraissent au moins indiquer son voisinage, peut-être ses débuts, d'autant plus que ces fossiles ne se montrent qu'au sommet de l'assise qui les contient. Mais il ne faut pas oublier d'abord que les calcaires en question sont recouverts par

une puissante assise de schistes, laquelle fait défaut dans le Dévonien moyen que l'on connait dans l'Hérault ; ensuite que ce Dévonien, bien développé à Cabrières, possède des caractères pétrographiques tout à fait particuliers, et que nous n'avons trouvé absolument rien non seulement de semblable, mais même d'analogue sur aucun point de notre formation dévonienne de Saint-Pons. Or, les deux régions de Saint-Pons et de Cabrières sont trop voisines l'une de l'autre pour qu'un même horizon géologique de la série primaire puisse y offrir une pétrographie absolument différente, surtout quand les autres horizons de la même série s'y présentent avec des caractères à peu près identiques.

---

lus dans les Schi
istes fibreux
rès
chistes
Paradoxydes
mitique
de Marcory]

Dor

lus dans les Schistes
istes fibreux
grès
chistes
Paradoxydes
mitique
de Marcory)

Dorsale de Marcory

GÉO

Fascicule 2 (1856). P. Gervais (5), Ch. Martins (4), Marcel de Serres (5), E. Roche, Chancel, P. de Rouville, Legrand, Viard, Jeanjean, Marès... 8.50

— 3 (1857) H. Marès, E. Roche, Marcel de Serres (3), Le Rique de Monchy (2), Viard, Lenthéric neveu, G. Chancel (2), Parès, P. Gervais (3). 8

Tome IV (1858-1860)........................ 23

Fascicule 1 (1858). P. Gervais (2), Montrouzier, Chancel, Marcel de Serres, Berger, Le Rique de Monchy (2), Lenthéric, Reynès et de Rouville, Graff, E. Roche (2)........................ 6

— 2 (1859). P. Gervais (2), E. Roche, Lenthéric, Marcel de Serres (3), E. Rouché, Raynaud, Chancel, Diacon, Cazalis de Fondouce, Ch. Martins. 9

— 3 (1860). Ch. Martins, P. Gervais (2), E. Roche (3), Désormeaux, Marcel de Serres (3], Cazalis de Fondouce, Lenthéric................ 6

Tome V (1861-1863)........................ 23

Fascicule 1 (1861). E. Roche (2), Diacon (2), Lenthéric, Moitessier, Martins, P. Gervais, Chancel........... 10

— 2 (1862). Martins, E. Roche (2), Viala, Marcel de Serres (3), Berger, Gervais (3), Wolf et Diacon, Moitessier, Jeanjean........... 8

— 3 (1863). P. Gervais (3), Martins (2), O. Bonnet, Béchamp, Roche (2). Moitessier........ 5

Tome VI (1864-1866)...................... 23

Fascicule 1 (1864). Berger, Roche, Diacon (2), Chancel (2), Gervais (3), Brinckmann, Loret, Moitessier. (*épuisé*)

— 2 (1865). Martins, Gervais (3), Roche (2), Chancel (2), Jeanjean (2), Diacon et Wolf........... 6

— 3 (1866). Duclos, Chancel, Crova, Roche (2), Garlin. Moitessier, Martins (2), Lallemand, Loret. 6

Tome VII (1867-1870)...................... 23

Fascicule 1 (1867). Roche (3), Martins (4), Collomb, Gervais Vaillant, Le Rique de Monchy, Diacon... 6

— 2 (1868). Gervais, Vaillant, Le Rique de Monchy, P. de Rouville, Lallemand (3), Diacon......(*épuisé*)

— 3 (1869). Duval-Jouve, Martins et Chancel, Combescure (2)........................... 6

— 4 (1870). Combescure, Duval-Jouve (2), Martins..... 4

ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

SUR UN MODE DE DÉCOMPOSITION

DE QUELQUES

CORPS ORGANIQUES

A FONCTION AMIDE ET IMIDE

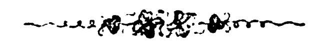
Par M. ŒCHSNER de CONINCK

PROCÈS-VERBAUX

DE LA SECTION DES SCIENCES POUR 1894

2e SÉRIE. — TOME II.

No 2



MONTPELLIER

CHARLES BOEHM, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE, RUE D'ALGER, 10

1895

PRIX DES MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

1re série, in-4°, de 1847 à 1892

La collection complète des trois Sections.......... 26 vol. Fr. 540
La collection de la Section de Médecine........... 6 — 106
La collection de la Section des Sciences........... 11 — 251
La collection de la Section des Lettres............ 9 — 183

SECTION DES SCIENCES

Tome I (1847-1850).................. Fr. 25

Fascicule 1 (1847). Dunal, Marié-Davy (3), Gergonne, Marcel de Serres, Rafeneau-Delile, Gerhardt, P. Gervais.............................. 4

— 2 (1848). Peytal (2), Roche, Marcel de Serres (2), O. Bonnet, Chancel, Dunal (3), de Girard, P. Gervais........................... 10

— 3 (1849). P. Gervais (2), Marcel de Serres, Marié-Davy, Roche, Chancel, de Girard, Lenthéric.... 5

— 4 (1850). Marié-Davy, Roche, Marcel de Serres, P. Gervais (3), Lenthéric, Peytal, Chancel.. 6

Tome II (1851-1854)....................... 25

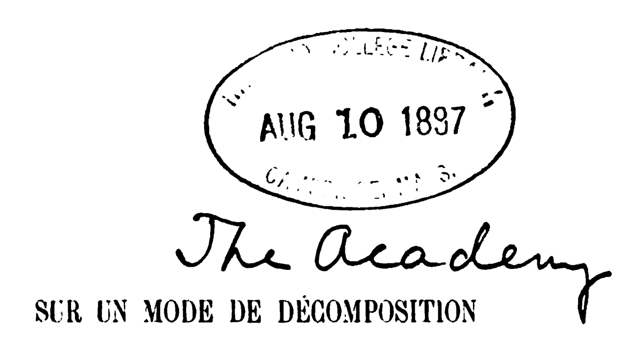
Fascicule 1 (1851)..... Lenthéric, Roche, Marcel de Serres, de Rouville, P. Gervais (2), Dunal.. 5

— 2 (1852-1853) Lenthéric, Lenthéric neveu (2), Roche (3), Marcel de Serres (2), Marié-Davy (2), A. Godron, P. Gervais (2), Sallières, Courty......................... 7.50

— 3 (1854)..... Marcel de Serres (2), Ch. Martins (2), Roche, Marié-Davy, Lenthéric neveu, H. Faure....................... (*épuisé*)

Tome III (1855-1857)...................... 25

Fascicule 1 (1855). Parès, Marcel de Serres, Charles Martins, E. Roche........................... 8.50



SUR UN MODE DE DÉCOMPOSITION

DE QUELQUES

CORPS ORGANIQUES

A FONCTION AMIDE ET IMIDE

Par M. ŒCHSNER de CONINCK.

Le mode bien connu de décomposition, avec mise en liberté d'azote, de l'urée, de l'acide urique, et de quelques autres composés azotés, par les hypochlorites et hypobromites alcalins, que Leconte et Yvon ont introduit dans la science, ne semble pas avoir été jusqu'ici étendu aux amides et aux imides, simples ou complexes, de la série grasse et de la série aromatique.

J'ai institué un certain nombre d'expériences dans le but de combler cette lacune, et je vais exposer les résultats principaux obtenus d'abord avec quelques amides et imides grasses, ensuite avec quelques amides et imides aromatiques, enfin avec plusieurs dérivés complexes à fonction amide ou imide [1].

D'une manière générale, j'ai suivi, dans ces expériences, le même mode opératoire que dans le procédé Leconte, et l'azote était recueilli et mesuré avec les précautions ordinaires, sur la cuve à eau. Mais je ne m'étendrai pas ici, sur ce procédé, qui est suffisamment connu.

La préparation du réactif Leconte, c'est-à-dire de l'hypochlo-

[1] Les faits renfermés dans ce mémoire ont été communiqués, pour prendre date, à la section des Sciences de l'Académie, dans ses séances du 11 juin et du 9 juillet 1894.

rite de sodium alcalin, a été faite, d'une manière constante, d'après le procédé employé dans le laboratoire de chimie générale de l'École Supérieure de Pharmacie de Montpellier : [1].

On épuise 50 gram. de chlorure de chaux frais par 500 gram. d'eau distillée, puis on filtre ; d'autre part, on dissout 100 gram. de carbonate de sodium dans 300 gram. d'eau. On mélange les liqueurs, on filtre, puis on porte le tout à 1 litre.

I.

Action du réactif Leconte sur quelques amides et imides grasses.

Formiamide, $CHO.AzH^2$. — A la température ordinaire, la formiamide subit, au contact du réactif de Leconte, un commencement de décomposition. Avec l'aide d'une chaleur modérée, cette décomposition s'accentue, et on recueille sur la cuve à eau un gaz présentant les caractères purement négatifs de l'azote.

Acétamide, $C^2H^3O. AzH^2$. — Avec l'acétamide, le résultat est négatif, que l'on opère à froid ou à chaud.

Propionamide, $C^3H^5O. AzH^2$.— La décomposition commence à froid ; elle devient très notable à chaud.

Butyramide, $C^4H^7O. AzH^2$.— La décomposition se fait avec l'aide de la chaleur.

Oxamide, $CO—AzH^2—CO—AzH^2$. — Cette diamide commence à se décomposer déjà à froid. Si la réaction est un peu plus lente à se produire, c'est que l'oxamide, même pulvérisée, est très peu soluble, et ne peut être attaquée que progressivement par le réactif de Leconte.

Succinamide, $C^2H^4 (CO. AzH^2)^2$. — A froid, dégagement assez

[1] Je remercie mon savant collègue, M. le professeur agrégé Astre, qui m'a libéralement fourni tous les documents nécessaires.

abondant d'un gaz à caractères négatifs ; l'application de la chaleur accélère beaucoup la réaction.

SUCCINIMIDE, $C^2H^4 <^{CO}_{CO}> AzH$. — A froid, dégagement tumultueux ; la réaction est tellement nette qu'elle peut prêter à une intéressante expérience de cours.

II.

Action du réactif Leconte sur quelques composés à fonction amide ou imide

GLYCOCOLLE, $CH^2AzH^2—CO.OH$. — Le glycocolle est décomposé avec l'aide de la chaleur.

ACIDE HIPPURIQUE (*benzoyl-glycocolle*) $\begin{array}{l} CH^2.AzH(C^7H^5O) \\ | \\ CO.OH \end{array}$. — La décomposition ne s'effectue que si l'on chauffe fortement, ce qui tend à prouver que le réactif de Leconte dédouble d'abord l'acide hippurique en benzoate alcalin et glycocolle, et que ce dernier est ultérieurement attaqué par l'acide hypochloreux ;

ALANINE, $C^2H^4(AzH^2)—CO.OH$.— Elle est décomposée, comme son homologue inférieur, le glycocolle, à une température modérée.

ASPARAGINE, $CO(AzH^2)—CH(AzH^2)—CH^2—CO.OH$. — Cet amide amine-acide, ou *amide aspartique*, laisse dégager, à une température peu élevée, un gaz possédant les caractères négatifs principaux de l'azote.

III.

Action du réactif Leconte sur quelques amines, amides et imides aromatiques.

BENZAMIDE, $C^7H^5O.AzH^2$.— Avec l'aide d'une assez forte chaleur, cette amide est légèrement décomposée dans le même sens que les amides grasses qui viennent d'être étudiées.

PHTALIMIDE, $C^6H^4 < {CO \atop CO} > AzH$. — La phtalimide est facilement décomposée à chaud ; je n'ai pas observé de dégagement gazeux à froid.

SALICYLAMIDE, $C^6H^4 < {OH \atop CO.AzH^2}$. — Elle commence à se décomposer à la température ordinaire.

BENZANILIDE. — Cette anilide ne subit pas de décomposition, même à chaud ; sa stabilité vis-à-vis d'un réactif alcalin, oxydant et chlorurant, comme le réactif Leconte, est remarquable.

HYDROBENZAMIDE. — Comme la benzanilide, elle n'est ni décomposée ni même altérée par le réactif employé à chaud.

CHLORHYDRATE D'ANILINE. — Ce sel n'est pas décomposé par le réactif Leconte, avec dégagement d'azote, mais il y a production de matières colorantes [1].

IV.

Action du réactif Leconte sur certains dérivés aromatiques renfermant un groupe amidogène et sur quelques composés azoïques.

ORTHO-AMIDO-PHÉNOL. — Ce dérivé n'est pas ou presque pas décomposé par le réactif, même à une assez forte chaleur.

PARA-AMIDO-PHÉNOL. — Il est plus facilement décomposé que son isomère.

ACIDES AMIDO-BENZOÏQUES. — Ces trois isomères de position, attaqués dans les mêmes conditions, *sont décomposés avec des vitesses et dans des proportions sensiblement différentes*.

Il y a peut-être, en germe, dans l'emploi du réactif Leconte, une méthode nouvelle pour distinguer entre eux les isomères aromatiques, dits isomères de position.

AZOBENZOL. — Il résiste d'une manière remarquable à l'action du réactif spécial, même aidé d'une température élevée.

AMIDO-AZO-BENZOL. — Ce dérivé est légèrement décomposé [1].

[1] La phtalimide, le chlorhydrate d'aniline, les trois acides amido-benzoïques

V.

Action du réactif Leconte sur l'uréthane ou éther éthyl-carbamique.

$$CO<^{AzH^2}_{OC^2H^5}$$

La constitution de ce composé présentant des analogies avec celle de l'urée, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner si les réactifs oxydants décomposent l'uréthane suivant une réaction du même genre.

Si l'on dissout environ 1 gram. d'uréthane dans 10 centim. cubes d'eau distillée, et qu'on opère avec cette solution, comme on opère avec 10 centim. cubes d'urine dans le procédé Leconte, les choses se passent très différemment suivant qu'on chauffe plus ou moins fortement :

1° Application modérée de la chaleur. — Dans ce cas, on recueille sous l'éprouvette graduée, disposée sur la cuve à eau, un gaz incolore, inodore, à peine soluble dans l'eau, ne brûlant pas, éteignant les corps en combustion, présentant, en un mot, les principaux caractères négatifs de l'azote.

2° Application plus vive de la chaleur. — Le ballon étant chauffé assez vivement *dès le début*, il se dégage, en quantité *beaucoup plus considérable*, un gaz incolore, d'odeur assez pénétrante, inflammable et brûlant avec une flamme bordée de vert. C'est soit du chlorure d'éthyle et de l'azote, soit un mélange de chlorure d'éthyle, d'un carbure d'hydrogène et d'azote.

isomériques, donnent, à froid ou à chaud, des *réactions colorées* très particulières avec les réactifs de Leconte et d'Yvon.

Ces réactions colorées paraissent surtout sensibles avec les trois acides amidobenzoïques, et se produisent dans les conditions les plus variées. Je me propose d'étudier à part ce nouvel ordre de faits.

VI.

Action du réactif d'Yvon sur l'uréthane.

J'ai préparé le réactif d'Yvon, en suivant les prescriptions indiquées dans l'*Agenda du chimiste*.

J'ai institué plusieurs expériences dans lesquelles je faisais agir *à froid* le réactif d'Yvon sur des solutions aqueuses diversement concentrées d'uréthane pure ; j'employais l'appareil d'Yvon.

Dans ces conditions, on observe un dégagement lent et peu abondant, d'un gaz incolore, peu ou à peine soluble dans l'eau, *inflammable* et brûlant avec une flamme bleuâtre pâle. C'est vraisemblablement un carbure formé, comme dans l'autre réaction, aux dépens du groupe éthyle de l'uréthane.

Ayant l'intention de continuer cette étude, je n'ai communiqué ces faits à la section des Sciences de l'Académie que pour prendre date (Séance du 11 juin 1894).

CONCLUSIONS.

a) D'une manière générale, le réactif Leconte agit comme réactif *oxydant* (direct ou indirect) et comme réactif *alcalin*.

b) L'action de ce réactif sur les composés organiques à fonction *amide* ou à fonction *imide* peut se résumer par les deux équations très simples :

$$(1)\quad AzH^2 + O = H^2O + Az$$
$$(2)\quad 2(AzH) + O = H^2O + Az^2$$

c) Dans certains cas, l'action oxydante prédomine, et il y a genèse de matières colorantes.

Montpellier, le 6 novembre 1894.

Fascicule 2 (1856). P. Gervais (5), Ch. Martins (4), Marcel de
— Serres (5), E. Roche, Chancel, P. de Rouville, Legrand, Viard, Jeanjean, Marès... 8.50
— 3 (1857) H. Marès, E. Roche, Marcel de Serres (3), Le Rique de Monchy (2), Viard, Lenthéric neveu, G. Chancel (2), Parès, P. Gervais (3). 8

TOME IV (1858-1860)........................ 23

Fascicule 1 (1858). P. Gervais (2), Montrouzier, Chancel, Marcel de Serres, Berger, Le Rique de Monchy (2), Lenthéric, Reynès et de Rouville, Graff, E. Roche (2)........................ 6
— 2 (1859). P. Gervais (2), E. Roche, Lenthéric, Marcel de Serres (3), E. Rouché, Raynaud, Chancel, Diacon, Cazalis de Fondouce, Ch. Martins. 9
— 3 (1860). Ch. Martins, P. Gervais (2). E. Roche (3), Désormeaux, Marcel de Serres (3), Cazalis de Fondouce, Lenthéric................ 6

TOME V (1861-1863)........................ 23

Fascicule 1 (1861). E. Roche (2), Diacon (2), Lenthéric, Moitessier, Martins, P. Gervais, Chancel............ 10
— 2 (1862). Martins, E. Roche (2), Viala, Marcel de Serres (3), Berger, Gervais (3), Wolf et Diacon, Moitessier, Jeanjean........... 8
— 3 (1863). P. Gervais (3), Martins (2), O. Bonnet, Béchamp, Roche (2), Moitessier........ 5

TOME VI (1864-1866)........................ 23

Fascicule 1 (1864). Berger, Roche, Diacon (2), Chancel (2), Gervais (3), Brinckmann, Loret, Moitessier. (*épuisé*)
— 2 (1865). Martins, Gervais (3), Roche (2), Chancel (2), Jeanjean (2), Diacon et Wolf........... 6
— 3 (1866). Duclos, Chancel, Crova, Roche (2), Garlin. Moitessier, Martins (2), Lallemand, Loret. 6

TOME VII (1867-1870)........................ 23

Fascicule 1 (1867). Roche (3), Martins (4), Collomb, Gervais Vaillant, Le Rique de Monchy, Diacon... 6
— 2 (1868). Gervais, Vaillant, Le Rique de Monchy, P. de Rouville, Lallemand (3), Diacon......(*épuisé*)
— 3 (1869). Duval-Jouve, Martins et Chancel, Combescure (2)............................ 6
— 4 (1870). Combescure, Duval-Jouve (2), Martins..... 4

ACADEMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

DE LA

SPERMATOGENÈSE CHEZ LES POISSONS SÉLACIENS

Par M. Armand SABATIER.

2e SÉRIE. — TOME II.

No 3.



MONTPELLIER

CHARLES BOEHM, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE, RUE D'ALGER, 10

1896

PRIX DES MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

1re série, in-4°, de 1847 à 1892

La collection complète des trois Sections..........	26 vol.	Fr. 540
La collection de la Section de Médecine...........	6 —	 106
La collection de la Section des Sciences...........	11 —	 251
La collection de la Section des Lettres............	9 —	 183

SECTION DES SCIENCES

Tome I (1847-1850).................. Fr. 25

Fascicule 1 (1847). Dunal, Marié-Davy (3), Gergonne, Marcel de Serres, Rafeneau-Delile, Gerhardt, P. Gervais............................ 4

— 2 (1848). Peytal (2), Roche, Marcel de Serres (2), O. Bonnet, Chancel, Dunal (3), de Girard, P. Gervais.......................... 10

— 3 (1849). P. Gervais (2), Marcel de Serres, Marié-Davy, Roche, Chancel, de Girard, Lenthéric.... 5

— 4 (1850). Marié-Davy, Roche, Marcel de Serres, P. Gervais (3), Lenthéric, Peytal, Chancel.. 6

Tome II (1851-1854)....................... 25

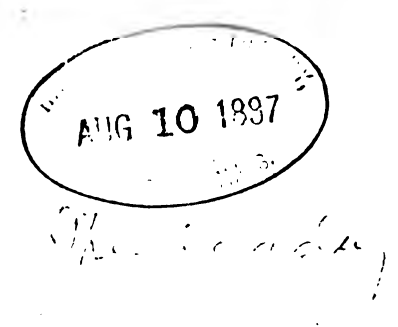
Fascicule 1 (1851)..... Lenthéric, Roche, Marcel de Serres, de Rouville, P. Gervais (2), Dunal. 5

— 2 (1852-1853) Lenthéric, Lenthéric neveu (2), Roche (3), Marcel de Serres (2), Marié-Davy (2), A. Godron, P. Gervais (2), Sallières, Courty......................... 7.50

— 3 (1854)..... Marcel de Serres (2), Ch. Martins (2), Roche, Marié-Davy, Lenthéric neveu, H. Faure.......................(*épuisé*)

Tome III (1855-1857)..................... 25

Fascicule 1 (1855). Parès, Marcel de Serres, Charles Martins, E. Roche......................... 8.50



DE LA

SPERMATOGENÈSE CHEZ LES SÉLACIENS

Par M. **Armand SABATIER.**

AVANT-PROPOS

L'étude du testicule et de la spermatogenèse chez les Sélaciens a été le sujet d'un certain nombre de travaux importants. Hallmann, Lallemand, Vogt et Perpenheim, Bruch, de Lavalette Saint-George, ont fait et publié des travaux sur cette question. Mais l'étude proprement dite du processus de formation des éléments reproducteurs remonte surtout à Lavalette Saint-George[1] et à Semper[2].

Après eux sont venus Balbiami[3], G. Hermann[4], O.-S. Jensen, de Christiania[5], A. Swaen et H. Masquelin[6], Francesco Sanfelice[7]. Enfin moi-même, après avoir publié les résultats d'une première

[1] La Valette Saint-George ; *Stricker's Handbuch*, 1871.

Id., *Archiv. f. mikroscop. Anatomie*, tom. X, 1874.

Id., *Dissertatio de Spermatosomatum evolutione in Plagiostomis. Bonnæ*, 1878.

[2] Semper ; *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen.* (*Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut, in Würzburg*, 1875).

[3] Balbiani ; *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1873, et *Génération des Vertébrés*, 1879.

[4] G. Hermann ; *Rech. sur la Spermatogenèse chez les Sélaciens* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, tom, XVIII, 1882).

[5] O.-S. Jensen ; *Recherches sur la Spermatogenèse* (*Arch. de Biologie*, 1883).

[6] A. Swaen et H. Masquelin ; *Etude sur la Spermatogenèse* (*Archives de Biologie*, 1883).

[7] Francesco Sanfelice ; *Spermatogenesi dei Vertebrati*. Napoli, 1888.

étude en 1882 [1], j'ai repris ce sujet pour en éclairer quelques points restés obscurs. Les résultats de mon travail ont été résumés dans deux communications faites à l'Académie des Sciences, les 7 et 28 janvier 1895 [2].

Le présent travail n'est que l'exposé plus développé et accompagné de figures et de preuves des notions très laconiquement énoncées dans ces deux dernières notes.

J'adopterai, dans la rédaction de ce travail, un ordre général parallèle à celui que j'ai suivi dans mon étude de la spermatogenèse chez les Crustacés décapodes [3]. C'est-à-dire que, sur les diverses questions que j'ai essayé de résoudre, je commencerai par exposer les résultats de mes recherches personnelles. Mais ensuite, au lieu de mettre après chaque chapitre un exposé critique des travaux faits antérieurement sur la même question, je devrai renvoyer cette étude comparative à la fin du travail, et faire une étude générale de l'historique. J'ai dû agir ainsi, pour éviter des répétitions inutiles. Cette manière de procéder, qui est contraire à l'ordre historique, présente cet avantage qu'elle établit d'abord très nettement et avec des développements suffisants ce que l'auteur considère comme les solutions les plus récentes et les plus vraies; et qu'après avoir ainsi pris connaissance de cet état de la question, le lecteur peut plus facilement saisir les solutions proposées antérieurement, et les différences qui les séparent des solutions présentes.

D'ailleurs, dans l'exposé de mes recherches, j'insisterai surtout sur les questions controversées ou restées obscures, et je n'appuierai sur les points déjà acquis qu'autant que le demandera l'intelligence du sujet traité.

[1] A. Sabatier; *De la Spermatogenèse chez les Plagiostomes et chez les Amphibiens* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 17 avril 1882).

[2] *Id.*; *Sur quelques points de la Spermatogenèse chez les Sélaciens* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 7 et 28 janvier 1895).

[3] *Id.*; *De la Spermatogenèse chez les Crustacés décapodes*, Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 1893, et *Travaux de l'Institut de Zoologie de Montpellier et de la Station maritime de Cette*. Nouvelle série. Mémoire nº 3, 1893.

En outre, pour ce qui a trait à l'historique j'insisterai autant que possible sur les publications relativement récentes, et ne reprendrai pas, pour chaque question, la série complète des travaux antérieurs. En insistant presque exclusivement sur les idées qui ont été le plus et le mieux défendues, j'éviterai des longueurs inutiles, et des répétitions fastidieuses.

TECHNIQUE

La technique employée a été à peu près la même que celle dont j'ai usé pour l'étude de la spermatogenèse des Crustacés décapodes.

Outre les dissociations dans la liqueur cuprique de Ripart et Petit avec coloration par le vert méthyle acétique, j'ai usé, pour la fixation des parties destinées aux coupes, soit de la liqueur chromo-acéto-osmique de Flemming, soit d'une solution saturée de bichlorure de mercure, additionnée de 20 à 25 °/₀ d'acide acétique, suivant la formule de Roule.

La liqueur de Flemming est précieuse pour l'étude des éléments cellulaires, dont elle dessine et accentue les détails de structure. Mais la liqueur de Roule, qui a le défaut de condenser un peu les éléments cellulaires, et d'en masquer par là certains détails, a sur elle l'avantage de maintenir parfaitement les cellules et les parties dans leurs positions respectives, de telle sorte qu'on peut mieux saisir les rapports des éléments et la topographie intime des tissus.

J'ai également usé de la solution aqueuse d'acide nitrique à 3 °/₀ recommandée par Swaen et Masquelin. Elle m'a donné de bons résultats, soit pour les coupes, soit surtout pour les dissociations.

Les colorants ont été tantôt le vert méthyle pour les dissociations, tantôt l'hématoxyline de Delafield, seule ou combinée avec l'éosine, tantôt le carmin de Schneider, ou le carmin aluné, ou le carmin boraté de Grenacher, ou le carmin d'indigo boraté, etc., etc.

J'aurai d'ailleurs le soin, en décrivant les figures, d'indiquer la préparation qui a été employée pour chacune d'elles. La méthode des coupes fines a été largement employée ; les coupes ont été faites sur des portions de testicule fixées, comme je l'ai dit ci-dessus, puis durcies successivement dans des alcools allant de 50 à 100°.

Après un séjour suffisant dans le toluène, les tissus étaient inclus à l'étuve à 50° dans la parafine, et puis coupés au microtome.

Les coupes, placées et fixées sur le porte-objet, étaient débarrassées au xylol de la parafine, puis plongées dans l'alcool absolu et colorées dans les liquides énoncés ci-dessus. Ces coupes, reprises par l'alcool et le xylol, étaient observées et conservées dans le baume de Canada au xylol.

Ces explications données, je vais aborder le sujet proprement dit de cette étude. Pour cela je vais traiter séparément et successivement les diverses questions auxquelles j'apporte une réponse. Chacune de ces questions fera le sujet d'un chapitre spécial; et pour faciliter au lecteur une comparaison très serrée avec ce que j'ai publié sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes, je vais adopter pour ce travail des divisions à peu près parallèles à celles que j'ai employées dans le mémoire qui a trait aux Crustacés [1].

Mes recherches ont porté sur *Scyllium catulus*, *Scyllium canicula*, *Acanthias vulgaris*, *Torpedo marmorata*, *Raia clavata* et *Raia punctata*. C'est surtout *Scyllium catulus* qui servira de type à nos démonstrations.

[1] A. Sabatier; *loc. cit.*

CHAPITRE PREMIER

STRUCTURE GÉNÉRALE DU TESTICULE.

Si l'on examine une coupe faite perpendiculairement à l'axe du testicule cylindrique de *Scyllium catulus*, on s'aperçoit que ce testicule est composé d'ampoules dont les dimensions varient suivant les régions de cette coupe.

Sur la face inférieure et externe se remarque une partie blanche opaque qui occupe une petite région superficielle, et qui forme sur le testicule entier une bande blanchâtre, longitudinale et légèrement sinueuse. A partir de cette sorte d'arête, dont j'exposerai bientôt la structure, on distingue des groupes d'ampoules dont les plus rapprochées sont très petites, et qui grossissent graduellement à mesure que l'on s'éloigne de l'arête blanche, en allant vers la face interne et supérieure de l'organe. Près de cette face les ampoules se réduisent comme diamètre et prennent des formes irrégulières et aplaties.

C'est de cette région que partent les gros canaux testiculaires. Ceux-ci sont le résultat de l'agrégation successive des petits canaux qui partent des ampoules et en constituent les canaux excréteurs.

Chez *Acanthias vulgaris* les testicules ont la forme de demi-cylindres aplatis sur leur face supérieure et convexes sur leur face inférieure. L'arête blanche longitudinale occupe le milieu de la face convexe, et le *mesorchium*, c'est-à-dire le repli mésentérique qui suspend le testicule à la voûte de la cavité abdominale et qui reçoit les gros canaux afférents, s'attache sur le bord interne saillant du testicule (Pl. I, fig. 2).

Ces détails de structure sont trop connus pour que je m'y arrête plus longtemps. Le seul point sur lequel je désire insister, parce

qu'il a été peu décrit [1], c'est que les ampoules ne sont pas éparses et isolées, mais bien disposées suivant des groupes distincts dans chacun desquels toutes les ampoules présentent à peu près le même degré de développement. Ces groupes ont une forme ovoïde très allongée ou même cylindrique, dans le testicule au voisinage de l'arête blanchâtre; mais ces cylindres longitudinaux, à bouts coniques, grossissent en s'éloignant de l'arête, et peu à peu s'aplatissent pour former des couches qui se recouvrent et s'imbriquent, et dont les limites s'estompent et s'effacent de plus en plus. A chacun de ces faisceaux correspond un canal efférent qui est le confluent des petits canaux excréteurs des ampoules correspondantes.

Le testicule est donc constitué comme une vraie grappe composée de grapillons représentés par ces faisceaux distincts. Cette structure, qui est surtout frappante au voisinage de l'arête, est la conséquence du mode de formation et de développement des ampoules et des canaux testiculaires, tel que je vais l'exposer dans le chapitre suivant.

Il était bon de signaler cette structure spéciale du testicule, qui concorde d'ailleurs complètement (on le verra bientôt) avec le mode de genèse des ampoules, tel que j'ai été le premier à l'observer et à le décrire.

[1] G. Hermann signale cette disposition (*loc. cit.*, pag. 376), mais sans en montrer les rapports avec le mode du développement du tissu testiculaire.

CHAPITRE II

CELLULES DU GERME. BLASTÈME ET NIDS DE GERMES. ORIGINE DES AMPOULES TESTICULAIRES.

La genèse des ampoules testiculaires est un des problèmes les plus délicats que nous ayons à résoudre dans cette étude. Aussi, devons-nous la traiter avec grande attention, et sans craindre d'appuyer sur les particularités. Nous le devons d'autant plus que la solution ici proposée diffère très notablement de celles qui ont été précédemment exposées, et cela aussi bien dans l'ensemble que dans les détails. L'exposé historique et critique qui suivra cette démonstration, établira tout ce qu'il y a d'inédit et de nouveau dans les conceptions que je développe, et dont je crois avoir suffisamment confirmé la justesse et prouvé l'exactitude.

La formation des ampoules a pour point de départ la bande de tissu blanchâtre longitudinale que j'ai désignée sous le nom d'arête blanche.

Cette bande a reçu de Semper le nom de *pli progerminatif* (*Vorkeimfalte*). C'est de ce pli que proviendront tous les germes destinés à fournir des éléments spermatiques.

Si l'on examine cette bande en allant de la surface à la profondeur, on trouve que sa coupe superficielle et fondamentale est formée d'une sorte de *tissu conjonctif* constitué par des cellules plus ou moins allongées en forme de fibres, à noyaux elliptiques aplatis, et disposées en une sorte de réseau à mailles aplaties. Ce tissu a exactement l'aspect d'un tissu conjonctif ordinaire, dont les noyaux sont nombreux ; aplatis et orientés parallèlement à la face libre du testicule. La couche limitante de cette bande, qui constitue pour ainsi dire son enveloppe péritonéale, ne se distingue

pas absolument de la partie sous-jacente. Elle ne paraît pas, en général, nettement différenciée en épithélium.

Cette structure limitée au pli progerminatif chez l'adulte est la structure même de la totalité du rudiment testiculaire pendant certaines phases peu avancées de la vie embryonnaire.

Le pli progerminatif n'est donc qu'un cordon continu et longitudinal de *tissu conjonctif embryonnaire*, c'est-à-dire de tissu ayant encore les caractères blastodermiques quant à la forme des éléments et quant à leurs manifestations histogénétiques, ce tissu étant susceptible de divisions cellulaires rapides et multipliées, et de profondes transformations histogénétiques.

Ce double caractère embryonnaire va se manifester clairement dans les transformations qui aboutiront à la formation des spermatozoïdes.

Voici d'ailleurs la série de ces phénomènes :

Sur une portion limitée de la bande conjonctive qui forme le pli progerminatif, et dans une couche plus ou moins éloignée de la surface libre, mais *non nécessairement à la surface même*, les noyaux grossissent et se multiplient, de manière à former une traînée longitudinale de noyaux plus nombreux, plus rapprochés. Cette multiplication, qui se fait d'abord dans le sens de la longueur de la bande progerminative, se fera ensuite également dans le sens transversal, de telle sorte que la traînée, d'abord étroite, s'épaissit. C'est ce que l'on voit fort bien au point *g* de la Pl. I, fig. 1.

Les noyaux du tissu conjonctif qui présentaient normalement une nucléine disposée par gros grains dispersés, réunis par un réseau sur le trajet duquel sont disposés des grains bien plus fins, ces noyaux, dis-je, prennent un aspect plus homogène, les granulations nucléaires devenant plus uniformes, plus égales, et plus uniformément répandues dans la cavité du noyau.

Cette multiplication des noyaux se fait par division directe suivant un mode sur lequel je reviendrai un peu plus loin.

Ces noyaux ainsi multipliés de manière à former un tractus, une traînée allongée qui tranche à première vue sur le reste de la masse,

continuent encore à se multiplier, mais perdent leur forme aplatie et allongée pour prendre une forme sphéroïde *a* (Pl. I, fig. 1.)

Ils se montrent alors disposés en groupes distincts dont chacun résulte de la division d'un des noyaux primitifs ; et ces groupes sont séparés les uns des autres par des tractus filamenteux ou membraneux provenant de la substance fondamentale et fibrillaire du tissu conjonctif. Cette substance, refoulée par l'accroissement des groupes nucléaires, a pris, en effet, la forme d'une membrane délicate enveloppant les groupes nucléaires et les séparant les uns des autres.

Les noyaux composant les groupes ont non seulement pris une forme sphérique, mais leur aspect s'est encore modifié. Leur nucléine s'est subdivisée sous forme de grains très fins, uniformément répandus dans la masse nucléaire, ce qui donne aux noyaux un aspect homogène. On remarque seulement une petite masse centrale formant un nucléole nucléinien, ou même parfois deux (*a* Pl. I, fig. 1).

L'ensemble de ces groupes constitue un fuseau orienté suivant l'axe longitudinal de la bande progerminative. La partie renflée du fuseau est formée par des groupes de cellules sphéroïdes, les extrémités par les traînées de noyaux restés encore ellipsoïdes et agglomérés représentant la période de début du processus que je suis en train de décrire. Autour du fuseau se trouve le tissu conjonctif ambiant avec ses noyaux, et qui, repoussé et tassé par les groupes nucléaires, forme une sorte d'enveloppe ou étui conjonctif fusiforme qui est encore incomplètement différencié du tissu conjonctif ambiant avec lequel il est contigu et continu sans ligne de démarcation marquée. Cette démarcation s'accentuera et s'affirmera dans la suite.

Par cette série de processus s'est constitué ce que j'appellerai un *cordon testiculaire primitif*, *cylindre séminal* ou *germinatif* cordon, cylindre plein, dont le contenu est formé de *noyaux-germes* primitifs groupés en *nids ou groupes de germes*. Ces germes, qui sont les représentants exacts de ce que j'ai décrit après Grobben chez les Crustacés décapodes, sous le nom de *germes de*

remplacement, sont comme ces derniers contenus dans une masse de protoplasme qui est ***commune, indivise*** pour chaque groupe ou nid de germes. Chaque nid représente donc une véritable plasmodie.

Quant au mode de division des noyaux que renferment les nids, il rentre exactement dans ce que j'ai longuement décrit à propos de la formation des ***nids de germes de remplacement*** dans la spermatogenèse des Crustacés décapodes. C'est une division indirecte ou amitose par voie de ***pulvérisation nucléinienne***. J'aurai bientôt l'occasion de revenir sur ce sujet à propos de la formation des spermatoblastes qui remplissent les ampoules testiculaires.

Je n'ai *jamais*, dans cette phase, observé de division ***indirecte*** ou ***mitotique***, malgré mes très nombreuses préparations ; et je me crois autorisé à affirmer que la division ***directe*** est le mode de multiplication ***exclusif*** de ces éléments très jeunes et doués d'une vitalité très considérable.

CHAPITRE III

FORMATION DES AMPOULES ET DES SPERMATOBLASTES.

Le cordon testiculaire primitif tel que nous venons d'en suivre la constitution se compose donc de noyaux internes sphéroïdes plongés dans un protoplasme commun et indivis constituant une plasmodie et réunis ainsi en nids de blastème, et de noyaux externes allongés qui sont contenus dans les parois membraneuses du cordon, et qui constitueront les noyaux conjonctifs de la tunique du cordon testiculaire.

A partir de ce moment vont se produire les phénomènes qui transformeront les nids massifs de blastème en ampoules testiculaires présentant une cavité. Deux processus différents m'ont paru conduire à ce même résultat.

Dans certains nids les noyaux continuent à se multiplier par voie directe. Leur nombre augmente, et en même temps le nid grossit et fait saillie sur les cordons testiculaires. Les noyaux se compriment réciproquement, et prennent des formes anguleuses polyédriques.

Mais en même temps au sein du protoplasme commun se forme une lacune de forme sphérique plus ou moins irrégulière qui paraît se remplir d'un liquide clair hyalin renfermant très peu de granulations et se distinguant par là nettement du protoplasme commun qui la délimite. Cette lacune est plus ou moins centrale, et elle repousse vers l'extérieur les noyaux internes du nid qui vont se disposer en couche au voisinage de la tunique enveloppante de l'ampoule. C'est ce que l'on voit bien en PB (Pl. I, fig. 1), ou en *f* de la colonne F et dans plusieurs nids de la colonne E.

Ce processus de début de la constitution des jeunes ampoules se rencontre plus ou moins fréquemment suivant les sujets. Une

étude comparative de préparations testiculaires faites sur des sujets d'âges différents, et à diverses époques de l'année, permettra peut-être de se rendre compte des causes qui influent sur la fréquence relative de ces phénomènes.

Le second processus de formation des ampoules est de beaucoup le plus fréquent. Voici en quoi il consiste : Dans le nid massif composé d'un petit nombre de noyaux-germes, l'un de ces noyaux grossit plus que les autres ; il devient sphérique ; sa nucléine se dispose sous forme d'un réseau plus régulier à petites mailles et à petits grains moins inégaux ; et autour du noyau se différencie une zone claire et hyaline de protoplasme d'abord très mince et étroite, qui s'épaissit progressivement et qui forme le corps cellulaire propre de la cellule ainsi constituée. Cette première cellule complète, qui sera bientôt suivie de la formation de plusieurs autres, refoule en grossissant les autres noyaux vers la périphérie. Ces derniers sont donc disposés autour d'elle, d'une manière plus ou moins régulière, et lui donnent quelque ressemblance avec un ovule entouré des cellules du follicule. C'est cette cellule complète et devenue centrale qu'on a prise pour un *ovule femelle* du testicule et qu'on a considérée à tort comme ayant une valeur tout à fait différente de la valeur des noyaux qui l'avoisinent et l'entourent. La suite de ce travail prouvera qu'il n'en est rien.

Une fois cette cellule complète formée, une lacune semblable à celle que nous avons déjà vue, apparaît au voisinage de sa périphérie dans le protoplasme commun. La lacune claire grossit et tend à occuper la partie centrale de l'ampoule. Elle refoule, en effet, vers la périphérie non seulement les noyaux mais la cellule complète. Elle deviendra tout à fait centrale par suite de processus que je vais bientôt décrire.

Les phénomènes que je viens de décrire ont été dessinés (Pl. I fig. 1) en *m*, *n*, *p* de la colonne C, et dans la plupart des nids de la colonne A. et Pl. I, fig. 7 *a*, *b*.

Les deux processus aboutissent d'ailleurs à un résultat identique, en ce sens que, si dans le second processus la formation de la première cellule complète précède l'apparition de la vacuole cen-

trale, dans le premier processus à l'apparition de la vacuole centrale succède la transformation d'un des noyaux du nid en cellule complète. Il n'y a donc, entre les deux processus, qu'une différence dans l'ordre de succession des phénomènes, l'apparition de la vacuole et la transformation du noyau en cellule complète marquant alternativement le début ou la fin du processus; mais le résultat final est le même, si bien que dans beaucoup de cas, comme en Pl. I, fig. 7 *b*, on peut hésiter pour prononcer lequel des deux processus a constitué la jeune ampoule.

Il était bon de signaler ces différences de processus, car la variété des faits observés peut être la cause de quelque hésitation et de quelque confusion dans l'esprit d'un observateur peu familiarisé avec cet ordre de faits.

L'ampoule rudimentaire est donc ainsi constituée.

1° Une cellule complète ayant : 1. un noyau arrondi avec nucléïne finement divisée et réticulée possédant au centre un petit nucléole nucléinien, formé de l'agglomération de quelques grains de nucléïne, et : 2. une zone protoplasmique étroite et claire ;

2° Tout autour, des noyaux-germes plus ou moins polyédriques et aplatis, pressés entre eux, refoulés vers la périphérie, et plongés dans un protoplasme commun granuleux ;

3° Une vacuole claire, voisine de la cellule, encore plus ou moins excentrique, petite et aplatie ;

4° Tout autour, une enveloppe formée par le tissu conjonctif ambiant avec ses noyaux allongés et aplatis, tissu refoulé et tassé en membrane encore plus ou moins épaisse, fibrilleuse, et constituant la membrane d'enveloppe de l'ampoule.

Voyons maintenant les modifications dont cette ampoule rudimentaire va être le siège pour devenir complète.

Encore ici deux processus un peu différents peuvent être observés.

Dans les cas les plus rares, la cellule complète unique dans le nid de germes se divise mitotiquement, c'est-à-dire par voie

indirecte avant qu'une autre cellule du groupe se soit complétée. De cette division résultent deux cellules filles complètes semblables, mais un peu plus petites que la première ou cellule mère. C'est là un cas de mitose *très précoce*, que l'on observe quelquefois, mais qu'il faudrait bien se garder de prendre pour la règle générale, ainsi que l'ont fait Swaën et Masquelin [1],

Ce processus de mitoses précoces peut encore se poursuivre dans les conditions suivantes : Dans le nid de germes, un second noyau-germe peut se compléter comme le premier et subir à son tour une division indirecte donnant naissance à deux cellules filles complètes.

Ce processus peut se reproduire à plusieurs reprises, et ainsi sont formés au milieu des noyaux-germes, et dans des points épars et qui ne présentent rien de régulier, des cellules semblables à la première.

Ces cellules complètes, provenant ainsi, soit de l'acquisition directe d'un corps protoplasmique par un ou plusieurs noyaux-germes, soit de la division indirecte plus ou moins précoce de ces premières cellules complètes, ces cellules complètes, dis-je, représentent ce que nous appelons ici, comme nous l'avons fait chez les Crustacés décapodes, des spermatoblastes de la *première génération*, ou *protospermatoblastes*. Ces protospermatoblastes se multiplient au milieu des protospermatoblastes formés directement et se disposent comme ceux-ci, suivant la direction des rayons de la sphère, c'est-à-dire suivant une orientation qui donnera à l'ampoule l'aspect particulier et la disposition que je décrirai bientôt.

Tel est ce processus que l'on observe quelquefois et que je désignerai sous le nom de processus des *mitoses précoces*. Il ne faut pas oublier qu'il ne produit que des protospermatoblastes. On peut en voir des exemples dans Pl. I, fig. 6, 8, 9.

Ce processus est exceptionnel et ne constitue jamais un processus général pour tous les protospermatoblastes d'une même ampoule. La généralité de ces derniers est toujours due au pro-

[1] Swaen et Masquelin ; *loc. cit.*, Pl. XXII, fig. 1.

cessus suivant, quand ce n'est même pas la totalité, ce qui est le cas le plus fréquent.

Le second processus est celui dans lequel tous les protospermatoblastes sont le résultat de la transformation directe des noyaux-germes ou cellules complètes. Or, tous les noyaux-germes proviennent de divisions directes ou amitotiques. C'est donc le processus *des amitoses*. Les mitoses ne se produiront que plus tard, quand les protospermatoblastes se segmenteront pour former les spermatoblastes de la deuxième génération ou *deutospermatoblastes*. Ce processus des amitoses est de beaucoup le plus général. Il y a bien des testicules sur lesquels il existe d'une manière exclusive ; et il présente par sa généralité et sa régularité, les caractères d'un processus normal. Voici en quoi il consiste :

La cavité de la jeune ampoule étant occupée par une couche de noyaux-germes plongés dans un protoplasme commun indivis, et situés au oisinage de la membrane et autour de la vacuole, les noyaux-germes se divisent par amitose, par voie de clivage et de pulvérisation de la nucléine. Les segmentations se font dans deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, c'est-à-dire que le plan de segmentation est tantôt dans le sens des rayons de la sphère, ce qui multiplie les noyaux qui composent la couche unique qui occupe la surface de la sphère, tantôt dans un sens perpendiculaire au premier, ce qui tend à produire une seconde couche ou couche interne de noyaux-germes inscrite dans la première. Il résulte de là un épaississement notable de la couche massive de l'ampoule qui entoure la vacuole : et comme cette dernière croît à son tour par un processus dont je chercherai plus tard l'explication, il en résulte que l'ampoule grossit beaucoup, et que sa couche limitante conjonctive, qui était épaisse et mal différenciée, se tasse, se feutre, s'amincit, et se différencie mieux sous forme de membrane dans laquelle les noyaux conjonctifs s'aplatissent et forment des disques minces. Comparer, à cet égard, les ampoules de Pl. I, fig. 1, colonnes, A. C, E, F.

Dans l'ampoule, il y a donc en ce moment deux couches concentriques de noyaux-germes, l'une externe et l'autre interne. Chacune d'elles va se modifier.

Les noyaux-germes de la couche externe vont se transformer en cellules complètes ou protospermatoblastes suivant le processus déjà indiqué : grossissement du noyau et son passage à la forme sphérique, transformation du corps nucléinien à grains inégaux et irrégulièrement disséminés avec nœuds rares et volumineux en un réseau assez régulier de grains fins, et enfin, acquisition d'un corps protoplasmique (Pl. I, fig. 12). Cette transformation en spermatoblastes se fait presque simultanément dans tous ces noyaux de la couche périphérique.

Les noyaux-germes de la couche interne sont le siège d'un processus semblable à celui qui a produit la multiplication de la première couche primitive de germes de l'ampoule. Ces noyaux s'allongent suivant le sens des rayons de la sphère, et puis ils se divisent par clivage aussi bien dans le sens de ces rayons que dans un sens perpendiculaire. Il en résulte une multiplication considérable des noyaux-germes, comme on peut le voir Pl. I, fig. 12.

Les noyaux, en effet, sont pressés et serrés, et il résulte de leur division transversale la formation des deux nouvelles couches concentriques de noyaux-germes, l'une externe qui constituera la seconde couche de l'ampoule, et l'autre interne qui sera la troisième.

La seconde couche subira le même sort que la première, c'est-à-dire qu'elle se transformera en cellules complètes ou protospermatoblastes. De ces spermatoblastes qui seront très pressés, les uns tendront à pénétrer dans la première couche, à cellules plus rares, et en accroîtront le nombre ; les autres restent placés au dedans des cellules de la première couche et formeront une seconde couche de spermatoblastes.

Quant aux noyaux-germes de la troisième couche, ils subissent à leur tour la division directe par clivage et pulvérisation de la nucléine; et par là sont formées deux couches de noyaux-germes: la troisième qui va se transformer en spermatoblastes, et la quatrième qui va se diviser amitotiquement pour former une quatrième et une cinquième couches (Pl. II, fig. 6).

Ce processus se renouvelle jusqu'à ce que se soient produites, chez *Scyllium catulus*, sept ou huit couches successives et concentriques qui, se transformant ainsi successivement en spermatoblastes, forment, autour de la vacuole centrale, une épaisse couche de spermatoblastes plongés dans le protoplasme commun et indivis.

Il résulte de cette série de phénomènes que, tant que les noyaux-germes se divisent, il y a dans l'ampoule testiculaire deux éléments cellulaires différents de composition et d'aspect ; les spermatoblastes qui forment les couches externes, et au dedans une couche circulaire de noyaux-germes (Pl. I, fig. 12; Pl. II, fig. 1, 2, 3, 6, 7).

Quand a lieu la dernière division, c'est à dire la sixième, les noyaux-germes de la sixième couche se transforment en spermatoblastes, tandis que ceux de la septième couche, ou couche interne, ne subissent que plus tard cette transformation. (Pl. II, fig. 3, 7).

Mais bientôt ces derniers eux-mêmes perdent leur forme allongée, deviennent sphériques, acquièrent leur corps protoplasmique et sont transformés en spermatoblastes (Pl. II, fig. 8). Tous les éléments renfermés *à ce moment* dans la cavité proprement dite de l'ampoule sont donc finalement des spermatoblastes, c'est-à-dire des cellules de même origine, de même valeur et de même avenir; et il n'y a donc pas lieu d'y reconnaître deux espèces de cellules très différentes de signification et de rôle, comme l'ont fait plusieurs auteurs, ainsi que nous le verrons.

Tel est l'ensemble du processus et du résultat auquel il aboutit. Mais il reste à en analyser les détails et les particularités, qui sont loin d'être indifférents pour le résultat final.

Notons d'abord que la division amitotique qui préside à tout ce processus est bien plus active et plus rapide dans les premières phases, c'est-à-dire pour les premières couches, que pour les dernières; aussi y a-t-il alors dans la périphérie plus de noyaux produits et, par suite, plus de spermatoblastes que vers le centre, ce qui, d'ailleurs, permet à l'ampoule de grossir en conservant sa forme sphérique et sa cavité ou vacuole centrale.

Si la multiplication était aussi abondante vers le centre que

vers la périphérie, non seulement la cavité centrale serait envahie par les noyaux-germes, mais l'ampoule devrait se déformer considérablement, se couvrir de boursouflures, ou même éclater et s'ouvrir sous l'effort de la pression centrifuge. Mais il n'en est rien, car l'activité de prolifération s'atténue, et semble s'épuiser à mesure que se forment les couches plus internes.

Il faut noter également que les noyaux-germes et les spermatoblastes se disposent à l'intérieur de l'ampoule en colonnes pyramidales dont la base est périphérique et le sommet central. Il semble, en effet, que tous les spermatoblastes provenant d'un même noyau-germe périphérique se disposent suivant un secteur de la sphère dont la région périphérique élargie renferme plusieurs spermatoblastes dans la même couche, tandis que les trois ou quatre couches internes rétrécies ne constituent qu'une série simple et centripète de spermatoblastes.

De là résultent, je le répète, des colonnes coniques ou pyramides composées par une masse commune de protoplasme granuleux et indivis, dans lequel sont plongés les spermatoblastes à noyaux arrondis, et à corps protoplasmique clair et mince, et disposés dans l'ordre que je viens d'indiquer. Les masses de protoplasme commun appartenant aux diverses pyramides sont distinctes des voisines, et paraissent parfois séparées les unes des autres par des cloisons ou membranes périphériques extrêmement délicates et qu'il n'est pas toujours facile d'apercevoir (Pl. II, fig. 7, 8). Cette disposition donne à l'ampoule, arrivée à ce stade, un aspect élégant et régulier qui frappe beaucoup l'observateur.

J'ai dit à maintes reprises que la division des noyaux-germes se faisait toujours par voie directe, par voie de clivage et de pulvérisation de la nucléine. Sans refaire ici la longue description que j'ai donnée (et à laquelle je renvoie le lecteur) de ce mode de division à propos des noyaux-germes du testicule des Crustacés décapodes [1], je dois ici me borner à en indiquer les diverses phases, afin de présenter aux lecteurs quelques dessins démontrant l'iden-

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.*, pag. 14 à 32.

tité du processus dans les noyaux-germes des testicules des Crustacés décapodes et dans ceux des testicules des Sélaciens.

J'ai, en effet, distingué dans ce processus plusieurs phases successives : 1° phase de condensation et d'agglomération de la nucléine ; 2° phase de dislocation, de pulvérisation et de dispersion de la nucléine ; 3° phase de concentration de cette poussière nucléinienne pour former une zone ou bande pulvérulente ou voie lactée; 4° phase de condensation et d'agrégation de la zone pulvérulente en deux couches nucléiniennes parallèles, avec formation d'une plaque caryoplasmatique intermédiaire ; 5° enfin phase de clivage de cette plaque, et de retour à l'état quiescent des noyaux-filles.

L'état quiescent des noyaux-germes des Sélaciens est, comme celui des noyaux-germes des Décapodes, caractérisé par l'aspect de l'élément nucléinien qui forme un réseau à larges mailles, sur un point duquel se trouve un nœud volumineux composé de gros grains agglomérés, et d'où rayonnent des filaments nucléinés plus délicats. On en voit quelques-uns très caractérisés en Pl. I, fig. 8. Comme la multiplication des noyaux-germes se fait très rapidement, et que le processus de division est presque continu, on observe rarement cette phase de repos pendant la période de la vie de l'ampoule que nous étudions actuellement. Nous la retrouverons plus fréquemment quand nous ferons l'étude des *germes de remplacement*. Les phases qui s'observent le plus dans le développement des ampoules et des spermatoblastes sont les phases de pulvérisation, la *phase pulvérulente* dirai-je, soit générale, soit localisée dans une zone, et la phase de clivage.

C'est ainsi que la Pl. I, fig. 12, représente tous les noyaux-germes à l'état de pulvérisation nucléinienne; et c'est ce qui explique que, dans toutes les ampoules encore non parfaites, en dedans des couches à spermatoblastes on observe toujours une couche de noyaux dont la nucléine est si finement divisée et si également répandue dans le noyau qu'on leur attribuerait au premier abord une structure homogène. Ces noyaux prennent en effet sous l'influence des colorants nucléaires une teinte uniforme et transpa-

rente, due à la coloration de cette poussière de nucléine. Par là ces noyaux apparaissent comme bien différents des noyaux des spermatoblastes des couches périphériques; et cette différence d'aspect a été si remarquée et si trompeuse, qu'elle a engendré toute une série d'erreurs et de méprises sur lesquelles je reviendrai.

Cette phase pulvérulente se retrouve dans divers noyaux-germes de Pl. I, fig. 6, 7, 8, 9, 12; Pl. II, fig. 1, 2.

Comme exemple de bande pulvérulente ou voie lactée, je renvoie le lecteur à Pl. II, fig. 6, dans laquelle les noyaux-germes du sommet des trois pyramides présentent chacun une bande oblique pulvérulente sur le trajet de laquelle se produira le clivage. En Pl. I, fig. 7 il y a au point *a* un noyau-germe dans la même phase.

Enfin la Pl. I, fig. 9, présente trois noyaux-germes du sommet des trois pyramides, dont celui du milieu est en voie de pulvérisation de la nucléine, tandis que celui de gauche et celui de droite présentent chacun une bande pulvérulente à l'une des extrémités de laquelle l'agrégation de la nucléine et le clivage des noyaux ont déjà commencé.

Le clivage laisse les deux noyaux en contact par une surface plane plus ou moins oblique. Mais, le noyau interne grossissant, devenant sphérique, et acquérant une couche protoplasmique propre pour devenir un spermatoblaste, exerce par cela même une pression sur la face de contact du noyau-germe interne, et y provoque par pression une excavation, une concavité légère dans laquelle il se loge.

Aussi voit-on très souvent le noyau-germe interne recouvrir le spermatoblaste voisin comme une sorte de chapeau de gendarme (Pl. I, fig. 10, Pl. II, fig. 2, 6).

C'est là une disposition très fréquente qui a frappé les observateurs et qui a donné lieu à quelques erreurs d'interprétation.

Nous avons vu en outre que les noyaux-germes résultant de ces divisions amitotiques, et plongés dans une masse commune de protoplasme granuleux, modifiaient la grosseur, la forme, la constitution et l'aspect de leur noyau, et s'entouraient d'une zone ou couche protoplasmique propre qui formait leur corps cellulaire. Je tiens à dire comment s'opère ce dernier phénomène.

Une transformation des noyaux du blastème ou spermatoblastes se remarque avec des processus identiques aux précédents chez les Crustacés décapodes, et j'ai eu l'occasion de la décrire et d'en donner une interprétation dans mon mémoire sur la spermatogenèse de ces Arthropodes [1]. Mais les observations que j'ai faites sur les Sélaciens m'ont permis de pousser plus loin l'analyse du phénomène, et je dois exposer les résultats de mes nouvelles observations.

Grobben [2], Gilson [3] et Hermann [4], avaient pensé et établi avant moi que, chez les Crustacés décapodes, les spermatoblastes provenaient des noyaux du blastème. Mais ils avaient attribué l'origine du protoplasme propre du spermatoblaste à la délimitation, autour de noyau-germe, d'une zone *découpée* dans la masse commune du protoplasme. Mon opinion différait considérablement de celle de nos trois devanciers. Voici comment je l'ai formulée à la pag. 96 de mon mémoire.

« En définitive, je crois donc que les noyaux du blastème, parvenus à leur complet développement, ***produisent eux-mêmes*** la couche de protoplasme qui constituera leur corps cellulaire, que ce protoplasme apparaît d'abord sous la forme d'une zone ***très étroite***, ***claire***, et à ***limite peu accentuée***, mais que la zone s'accroît progressivement et que sa ***limite***, son ***bord extérieur s'accentue*** par suite d'une organisation plus complète de ce protoplasme qui, déversé à l'état presque liquide autour du noyau, s'organise de plus en plus, acquiert de la consistance en se chargeant de granulations, et en constituant peu à peu son réticulum. Il y a là, disais-je, un fait qui me paraît intéressant pour l'histoire des relations du noyau et du protoplasme, fait qui n'a d'ailleurs rien de bien étrange, s'il est vrai surtout, comme le pense Carnoy,

[1] A. Sabatier : *loc. cit.*, pag. 94 à 101, et pag. 119.

[2] Grobben ; *Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechts organe der Dekapoden*. Arbeit. aus dem zool. Institut der Univers. Wien 1878.

[3] Gilson ; *Etude comp. de la spermatog. chez les Arthropodes. La cellule* 1886.

[4] G Hermann ; *Notes sur la structure et le développement des spermatoz. chez les Décapodes*. Bulletin scientif de la France et de la Belgique, 1890, XXII.

que dans la cinèse cellulaire une portion du fuseau, c'est-à-dire du protoplasme nucléaire, est déversée dans le protoplasme cellulaire pour en renouveler la substance et la vitalité».

Mes observations sur les Sélaciens m'ont permis de préciser les détails de ce processus.

Sur des préparations bien fixées, débitées en coupes fines, et bien colorées, autour des noyaux plongés dans le protoplasme commun, indivis et granuleux, au moment même où ces noyaux avaient acquis le volume, la forme sphérique et la structure propres aux noyaux des spermatoblastes, j'ai pu remarquer que, sur des points d'abord épars et isolés de la surface du noyau, apparaissaient de très petites vésicules claires, hyalines, qui semblaient émaner du noyau lui-même, puisqu'il ne s'en trouvait dans aucun autre point de la masse du protoplasme indivis (Pl. II, fig. 11 *a*; Pl. VII, fig. 12, 13). A côté de ces vésicules en naissaient d'autres, et bientôt la surface entière du noyau était ainsi recouverte d'une couche continue de ces vésicules. C'était là le premier rudiment de la couche protoplasmique, qui à un faible grossissement paraissait être une couche claire et homogène, telle que Grobben, Gilson, Hermann et moi l'avions vue chez les Crustacés décapodes. On conçoit que cette couche de vésicules qui sont de volumes inégaux m'ait produit l'illusion d'une zone *à limite peu accentuée*. Le nombre de ces vésicules augmente, et quelques-unes semblent se fusionner pour donner naissance à des vésicules plus grandes. L'accroissement de cette couche claire vésiculaire ne se fait d'ailleurs pas également et uniformément sur tous les points de la surface du noyau. La Pl. VII, fig. 14, représente, en effet, un noyau où la couche s'est fort développée dans une région, alors qu'elle est restée encore simple sur tout le reste de la surface. C'est ainsi que dans beaucoup de cellules le noyau est situé excentriquement.

Dans tous les cas, la couche vésiculaire s'accroît progressivement par l'addition de nouvelles vésicules qui, naissant près du noyau, repoussent à la périphérie les vésicules formées antérieurement. En même temps les vésicules continuent à se fusionner, et quand la

masse vésiculaire a atteint son volume normal, le noyau se trouve enveloppé d'une couche plus ou moins épaisse et souvent inégale (Pl. II, fig. 11, *b*) de vésicules plus grandes que les vésicules premières, mais inégales, couche qui constitue le corps protoplasmique du spermatoblaste. Le mode de constitution du protoplasme expliquerait à la fois son aspect vésiculeux, et l'existence du réticulum qui serait formé par la rencontre et l'adhérence des enveloppes délicates des vésicules.

L'observation de ces phénomènes ne m'a laissé aucun doute sur la réalité des figures observées. Les faits étaient très nets, très démonstratifs. Car les vésicules, claires, homogènes, hyalines, étaient bien circonscrites et frappaient nettement la vue par contraste avec le protoplasme indivis qui les enveloppait, et dont les mailles beaucoup plus larges, et l'enchylème granuleux s'opposaient à toute confusion (Pl. II, fig. 11 *a* ; Pl. VII, fig. 15; Pl. VIII, fig. 8), de telle sorte qu'on ne pouvait considérer les vésicules claires comme une maille du protoplasme indivis devenue claire et hyaline.

Je persiste donc à penser, et avec de nouvelles observations à l'appui, que le corps protoplasmique des spermatoblastes n'est nullement emprunté au protoplasme indivis, mais qu'il est produit par le noyau.

Quant au protoplasme indivis, nous en suivrons la destinée, et nous verrons que, comme chez les Crustacés décapodes, il est appelé à dégénérer et à former un *protoplasme caduc*.

Nous avons vu dans les jeunes ampoules se former de bonne heure une vacuole au sein du protoplasma. Cette vacuole, d'abord très petite, est appelée à croître à mesure que grossit l'ampoule, dont elle formera la cavité centrale. Elle est remplie d'un liquide clair et transparent dans lequel apparaîtront plus tard quelques granulations éparses et d'un aspect floconneux. Ses parois, d'abord très nettement délimitées et formées par le protoplasme commun, deviendront plus tard de plus en plus inégales et déchiquetées, à mesure que se prononcera la dégénérescence et l'émiettement de ce protoplasme. On peut se demander quelle est la cause et l'explication de cette formation vacuolaire. La réponse la plus

naturelle à cette question se trouve, à mon avis, dans l'assimilation de l'ampoule testiculaire à une glande en voie de développement. L'identité en effet est complète. Dans l'un comme dans l'autre cas, il y a un rudiment massif composé de cellules blastodermiques, semblables d'abord, puis différenciées en cellules de la membrane limitante et cellules glandulaires proprement dites, formant une masse centrale. Puis, au sein de cette masse, se dessine une cavité remplie de liquide, et due très logiquement à la pression centrifuge du liquide sécrété.

Dans l'un comme dans l'autre cas, les culs-de-sac ou ampoules, en grossissant, en exagérant leur volume, finissent par constituer des culs-de-sac renflés et pédiculés, dont le pédicule, d'abord plein, se creusera également sous l'influence de la résorption de certaines cellules, et probablement aussi sous la pression du liquide sécrété. Les ampoules testiculaires des Sélaciens sont donc constituées, et se comportent comme de véritables glandes tant que les cellules internes ont conservé leur constitution primitive. Aussi la cavité centrale augmente-t-elle jusqu'au moment où les cellules, se modifiant profondément pour devenir des spermatozoïdes et perdant *presque entièrement* leur corps cellulaire, cessent d'être des éléments sécréteurs, pour être surtout des éléments reproducteurs. Telle est l'explication qui m'a paru logique et naturelle de la formation de la vacuole sécrétante.

Une fois l'ampoule testiculaire constituée, avec ses *pyramides tronquées* de protospermatoblastes, commence pour ainsi dire une nouvelle phase que nous désignons sous le nom de phase normale des mitose.

Cette phase consiste en ceci, que les protospermatoblastes d'une même pyramide et souvent même de toutes les pyramides de l'ampoule à la fois, se divisent par voie de mitose ou de division indirecte, pour donner naissance à des cellules semblables aux premières, mais de moindres dimensions. Ces cellules sont les deutospermatoblastes de la première génération, ou *deutospermatoblastes* proprement dits. Toutes ces divisions des pro-

tospermatoblastes se font essentiellement par voie de cinèse avec plaque équatoriale, plaques polaires, fuseau plus ou moins accentué, etc.

J'ai pu y observer la plupart des phases et des formes que j'avais observées dans la division des spermatoblastes des Crustacés décapodes, mais plus particulièrement chez *Pagurus*.

Ainsi la forme pelotonnée de l'élément nucléinien m'a paru peu évidente et peu caractérisée. Mais j'ai nettement observé des formes *irradiées* exactement semblables à celles des Pagurides. (Pl. III, fig. 8, *a*, *b*, *c*.)

La plaque équatoriale prend le plus souvent une forme massive et condensée dans laquelle les grains nucléiniens sont agglomérés et tassés. (Pl. III, fig. 1, 2, 9, 10).

Parfois cependant la plaque équatoriale paraît plus clairement formée de bâtonnets ou tronçons nucléiniens. (Pl. III, fig. 6, 11).

Les plaques polaires sont également ou massives (Pl. III, fig. 3, 4) ou décomposables en tronçons. (Pl. III, fig. 5, 7, 12).

Quant au fuseau ou barrillet, il est tantôt nettement dessiné dans ses filaments (Pl. III, fig. 5, 6, 7, 11, 12) ; tantôt au contraire on n'en observe que des traces peu saisissables (Pl. III, fig. 3, 4).

Ou bien il est remplacé parfois, comme en *Pagurus*, par des disques clairs appliqués sur les deux faces de la plaque équatoriale massive.

En somme j'ai observé ici, comme chez *Pagurus*, des formes inférieures et rudimentaires de la cinèse qui la rapprochent plus ou moins de la division directe.

Cette première division des protospermatoblastes a pour résultat de doubler le nombre des cellules qui composent chacune des pyramides tronquées de l'ampoule, et l'ensemble de l'ampoule. Néanmoins le volume de l'ampoule en est à peine accru, car ces deutospermatoblastes sont d'un volume moindre que celui des cellules mères. Ce sont des cellules complètes, semblables aux premières sauf pour le volume, et qui sont comme elles plongées dans la masse

du protoplasme commun. Leur protoplasme, plus clair, plus finement aréolé, moins granuleux que celui-ci, s'en distingue facilement.

A leur tour, ces deutospermatoblastes subissent une mitose qui donne naissance à un nombre double de spermatoblastes. Ce sont les deutospermatoblastes de la seconde génération ou *tritospermatoblastes*. Les tritospermatoblastes sont moins volumineux que leurs mères, ce qui fait que l'ampoule ne croît pas d'une manière bien notable par suite de leur multiplication. Ils sont également noyés dans le protoplasme commun.

Il résulte de là que le tronc de pyramide primitif, qui contenait de 12 à 15 protospermatoblastes, renferme ensuite de 24 à 30 deutospermatoblastes et enfin de 48 à 60 tritospermatoblastes. Il est bien entendu que je donne là des nombres moyens et approximatifs, car le calcul exact n'est pas toujours facile, les coupes minces qui, seules le permettent, pouvant supprimer quelques-unes des cellules.

Arrivée à la fin de cette période des mitoses normales, l'ampoule parait bourrée de petites cellules, plongées dans un protoplasme granuleux indivis et disposées en colonnes ou troncs de pyramides (Pl. IV, fig. 2) qui sont les *spermatogemmes* de Lavalette Saint-George. Au centre se trouve la vacuole remplie d'un liquide granuleux légèrement floconneux, et dont les parois deviennent un peu déchiquetées.

Ce sont ces petites cellules ou tritospermatoblastes qui vont subir les modifications qui les transformeront en spermatozoïdes. Avant d'étudier ces modifications, je tiens à faire remarquer que toutes les divisions portant sur les spermatoblastes sont, sans exception, des divisions indirectes ou mitotiques, tandis que les divisions portant sur les noyaux-germes m'ont toujours paru appartenir à la division directe ou amitotique. Il y a donc là une confirmation éclatante des faits déjà observés par moi dans la spermatogenèse des Crustacés décapodes, où j'ai toujours vu les noyaux-germes se multiplier par amitose et les spermatoblastes par des formes supérieures ou inférieures de la mitose. J'y trouve

une raison de plus pour affirmer la conclusion que je tirais de mes études à ce sujet et que j'ai formulée ainsi[1] :

« La division directe est peut-être inférieure à la division mitotique comme qualité et perfection du processus, mais elle lui parait supérieure comme quantité et rapidité. La division amitotique appartient plutôt aux éléments imparfaits soit par jeunesse, soit par vieillesse ; la division mitotique appartient plutôt aux éléments développés et parfaits, et qui se trouvent dans la plénitude de l'organisation et de l'activité vitale ».

Il y a donc loin des faits observés par moi à la proposition émise par quelques anatomistes et en particulier par Vom Rath[2], que la division amitotique ne se produit que chez des éléments en voie de dégénérescence et près de mourir.

Enfin, je tiens à faire remarquer que, chez les Sélaciens comme chez les Crustacés décapodes, il y a trois générations de spermatoblastes, dont la première provient de la transformation des noyaux-germes en cellules complètes, et dont les deux dernières sont le résultat de deux divisions cinétiques successives.

Ici, comme chez les Crustacés décapodes, la troisième génération, c'est-à-dire les tritospermatoblastes sont appelés à se transformer directement en spermatozoïdes.

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.*, pag. 296.

[2] Otto vom Rath ; *Ueber die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Hoden*. Zoologisch. Anzeiger, 21 septembre, 5 et 19 octobre 1891.

CHAPITRE IV

FORMATION DES SPERMATOZOÏDES.

Nous avons étudié jusqu'à présent les transformations qui portent sur la structure générale, et la composition du testicule, comme ensemble d'éléments cellulaires ayant les caractères généraux de la cellule. Nous avons poursuivi l'histoire de l'organe testiculaire jusqu'au moment où les éléments reproducteurs, perdant leur forme et leur constitution comme cellules, vont se transformer pour revêtir progressivement les caractères de l'élément fécondateur, du spermatozoïde proprement dit. Le présent chapitre va être consacré à l'étude minutieuse de ces transformations. Nous les y suivrons pas à pas depuis la cellule qui en est le point de départ jusqu'à l'état de spermatozoïde parfait.

Mais, pendant que s'opère la série de transformations que nous allons décrire, le testicule est aussi le lieu de phénomènes spéciaux, qui se produisent soit pendant l'évolution et la maturation des spermatozoïdes, soit après leur expulsion. Nous réserverons l'étude de ces phénomènes pour des chapitres particuliers, et cela d'autant plus que leur connaissance a été jusqu'à présent si imparfaite, que je devrai abandonner entièrement les notions dues à mes devanciers pour apporter des solutions entièrement nouvelles.

Nous avons laissé les ampoules au moment où les pyramides tronquées ou spermatogemmes qui en constituent le contenu entre la membrane enveloppante et la cavité centrale, sont remplies de petites cellules ou tritospermatoblastes. Rappelons-nous que ces petites cellules, au nombre de 60 environ par pyramide tronquée, sont composées d'un petit noyau à nucléine réticulée avec de petits nœuds, lequel est entouré d'une mince zone de protoplasme assez clair et à fin réticulum, et que tous ces éléments sont plongés dans

une masse commune et indivise granuleuse et dont le réticulum est à larges mailles.

Ce sont ces éléments, et le protoplasme qui les englobe, qui vont subir les modifications diverses que nous allons examiner de très près, car nous avons poussé cette étude bien plus loin qu'on ne l'avait fait avant nous.

Pour être complet, et pour planter un jalon vers lequel nous reviendrons dans un des chapitres ultérieurs, je dois dire qu'à la face basilaire de la pyramide tronquée et sur la paroi même de l'ampoule s'aperçoit un noyau clair aplati contre la paroi, à granulations colorables fines et rares, et dont je déterminerai les rapports et la vraie valeur dans un prochain chapitre (Pl. IV, fig. 2, *a*).

Les changements dont les tritospermatoblastes vont être le siège portent les uns sur le noyau, les autres sur le protoplasme.

A. *Modifications du noyau.* — La première modification qui se remarque dans le noyau, c'est qu'il perd la structure réticulée de son corps nucléinien pour prendre un aspect homogène et réfringent. Toute sa masse se colore fortement par les colorants nucléaires, si bien qu'on pourrait le prendre pour une masse compacte et homogène (Pl. III, fig. 19).

Si l'on observe l'ensemble d'une pyramide tronquée, on la voit à ce stade comme remplie de noyaux ronds réfringents, d'une coloration vive et uniforme, et paraissant au premier abord n'avoir pas de structure spéciale. Autour d'eux est une couche assez mince de protoplasme finement granuleux. Enfin ces éléments sont plongés dans un protoplasma commun à grains plus grossiers (Pl. III, fig. 19).

A un état un peu plus avancé de la transformation, l'aspect change. Les noyaux sont toujours réfringents et paraissent uniformément colorés et homogènes. Mais autour d'eux s'est dessinée une zone très mince et très claire, hyaline, peu ou pas colorée, et qui est enveloppée de la couche de protoplasme finement granuleuse (Pl. IV, fig. 11).

C'est là l'aspect général et d'ensemble. Mais nous ne devons pas

nous en contenter; et il faut que nous prenions une idée plus complète, plus pénétrante, et plus vraie des modifications subies par le noyau pendant cette période.

Nous y parviendrons par l'étude, avec l'aide de puissants objectifs, de coupes fines ou de dissociations faites sur des pièces très bien fixées, soit avec le liquide chromo-acéto-osmique de Flemming, soit avec l'acide nitrique au tiers, soit avec la liqueur cuprique de Ripart et Petit, et convenablement colorées avec l'hématoxyline ou le carmin de Schneider, ou le vert méthyle acétique.

Si l'on examine avec soin un de ces noyaux vivement colorés, on s'aperçoit que, loin d'être composé d'une substance continue et homogène, il est formé d'une agglomération de vésicules de dimensions un peu inégales fortement pressées les unes contre les autres (Pl. IX, fig. 17).

On dirait que le corps nucléinien, composé primitivement de granulations de petites dimensions contenues dans des boyaux délicats, s'est transformé en un groupe de vésicules plus ou moins grosses qui ont envahi tout le noyau, supprimant ainsi les intervalles des mailles, et que ces vésicules sont remplies de la substance nucléinienne devenue liquide. C'est là un processus que j'ai déjà rencontré et décrit dans la spermatogenèse des Carides et des Locustides, sous le nom de *vésiculisation* de la nucléine.

Bientôt on voit un certain nombre de ces vésicules, surtout situées à la surface du noyau et plus particulièrement vers un de ses pôles, palir, et perdre peu à peu leur colorabilité. D'abord le liquide contenu est d'une teinte qui s'affaiblit (Pl. VIII, fig. 19, 21, 22; Pl. IX, fig. 7, 8, 9).

Puis la partie liquide centrale de ses vésicules devient tout à fait incolore et hyaline, et la coloration se cantonne à la périphérie, comme si la paroi interne de la vésicule était tapissée d'une fine poussière de nucléine colorée (Pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 16, 17, 19, 20, 22).

Ces vésicules se développent inégalement sur la périphérie du noyau. Elles sont plus volumineuses vers une des extrémités qui constituera le pôle céphalique du noyau (Pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 19, 22; Pl. IX, fig. 1, 2, 6, 7, 8, 18, 19, 20).

Il résulte de là que le noyau subit une certaine élongation dans le sens de l'axe de la tête future du spermatozoïde, et que cet élément, plus ou moins ovoïde, se compose d'une masse centrale composée de vésicules colorées vivement. et d'une zone périphérique composée de vésicules hyalines, incolores, sur les parois desquelles se dispose une fine poussière colorée. Cette zone claire étant plus large vers le pôle céphalique, il en résulte que la masse centrale colorée prend la forme d'une poire plus ou moins allongée dont l'extrémité amincie correspond au pôle céphalique du noyau (Pl. IV, fig. 4, 5, 12; Pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 9, 16, 18, 19, 20, 21, 22; Pl. IX, fig. 2, 6, 7, 8, 15, 21, 22).

A l'extrémité pointue de la poire se forment une série de petites vésicules qui se décolorent et qui restent adhérentes à cette extrémité comme une petite pyramide ou pédoncule, qui s'allonge parfois d'une manière notable. Les autres vésicules incolores, d'abord distinctes, se fusionnent plus ou moins; et dans tous les cas leurs parois s'amincissent étrangement; et il se crée par là autour de la poire colorée une cavité au centre de laquelle la poire est comme suspendue par son extrémité aiguë, que surmonte le petit pédoncule vésiculeux incolore qui fait saillie au dehors. (Pl. IV, fig. 4, 5, 15, 15; Pl. VII, fig. 8; Pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 18, 27, 28, 29).

Les grains de poussière colorée qui tapissaient les parois des vésicules décolorées sont repoussés par la fusion de ces vésicules sur les parois de la grande vésicule générale dans laquelle est suspendue la poire colorée. Ces grains colorés, plus ou moins disséminés au début sur toute la paroi, sont cependant toujours plus nombreux dans la région qui avoisine le pédoncule de la poire. De bonne heure il n'en existe pas sur l'hémisphère opposé. Aussi, l'hémisphère où se trouve le pédoncule se distingue-t-il facilement comme une *coiffe* à parois colorées, qui semble se terminer par un bord libre ou équateur sur la ligne où cessent les grains colorés ; mais de fait la vésicule est complète, et tandis que son hémisphère céphalique, c'est-à-dire correspondant au pôle céphalique du noyau, est marqué et rendu évident par la poussière colorée qui le tapisse, l'hémisphère caudal s'aperçoit difficilement, car il est

incolore, et ses parois ne consistent qu'en une membrane très mince et qui peut facilement échapper à l'observation (Pl. IV, fig. 15; Pl. VIII, fig. 15, 18, 20, 27, 28, 29; Pl. IX, fig. 21, 22).

Cette différence entre les deux hémisphères de la vésicule n'est pas toujours aussi nettement tranchée; et dans tous les cas, elle est appelée à s'atténuer et à disparaître avec les progrès du développement.

Pendant ce temps, la masse centrale colorée conserve sa composition vésiculeuse. Les phénomènes qui vont suivre le démontrent aussi bien que l'observation directe.

Cette partie colorée s'allonge, formant ainsi un ovale très allongé dont la petite extrémité correspond toujours au pôle céphalique du noyau (Pl. VIII, fig. 3, 15; Pl. IX, fig. 11, 12).

L'allongement s'accentuant, la masse colorée prend la forme d'un cylindre ou bâtonnet plus ou moins sinueux (Pl. VIII, fig. 31, 32, 33; Pl. IX, fig. 9), qui sera appelé à constituer la tête du spermatozoïde. Si l'on examine attentivement cette partie, voici ce qu'on y remarque :

Le bâtonnet coloré est encore composé de vésicules réfringentes et colorées pressées les unes contre les autres (Pl. VIII, fig. 31, 32, 33; Pl. IX, fig. 9).

Ces vésicules tendent à se disposer en une série unique qui semble résulter du déroulement, et du redressement d'un chapelet pelotonné (Pl. IV, fig. 19, 23, 24, 26, 27; Pl. VIII, fig. 13, 14).

Ce phénomène du déroulement, qui n'est pas toujours facile à constater chez *Scyllium catulus*, où le chapelet est court, devient très évident chez *Acanthias*, où le chapelet est long. On le constatera facilement sur les figures. (Pl IX, fig. 3, 4, 5, 9, 10, 13, 14).

On remarquera que les vésicules sont parfois nettement séparées, et que le déroulement se fait de l'extrémité céphalique, où elles sont plus petites vers l'extrémité caudale, où elles sont plus grosses.

Les fig. Pl. IX, fig. 3, 4, 5, 10, 12, 13, 14 permettent même de conclure que, dans cette transformation, il y a division progres-

sive des vésicules depuis l'extrémité céphalique du boyau ou chapelet, jusqu'à son extrémité postérieure ou caudale, si bien qu'à la fin du processus le nombre des vésicules s'est notablement augmenté, et que leur volume a diminué et est devenu plus égal pour toutes, les antérieures étant cependant plus petites. La comparaison des fig. Pl. IX, fig. 3, 4, 5, 13 avec les fig. Pl. IX, 10, 12, 14, rendra la démonstration très suffisante.

Mais en même temps que s'est déroulé le chapelet coloré, sur l'extrémité céphalique, se déroulait aussi le petit chapelet incolore destiné à constituer l'extrémité ou pointe du manchon incolore. Les vésicules incolores se divisent aussi et se disposent en une série de vésicules qui continuent la série des vésicules colorées, et qui vont en s'atténuant. Ce petit cône incolore est plus ou moins long suivant les cas. On le voit bien en : Pl. VIII, fig. 27, 29, 31, 32, 33, 36, 37, Pl. IX, fig. 7, 8, 9, 14, 15.

En même temps que se déroulait et s'allongeait le chapelet coloré, la grande vésicule enveloppante incolore s'est allongée avec lui, et a fini par prendre la forme d'un manchon cylindrique incolore enveloppant le chapelet coloré. On peut voir que ce *manchon*, très délicat, présente çà et là de légères *boursouflures* qui tiennent à la présence de petits tractus ou cloisons reliant la membrane du manchon avec le chapelet coloré. Avec un peu d'attention on peut remarquer que ces boursouflures sont alternantes, et que leur nombre, d'abord restreint, quand le chapelet coloré est court, se multiplie quand le chapelet s'allonge.

On peut en déduire que les vésicules claires et incolores qui constituent le manchon, d'abord grosses et volumineuses comme celles du chapelet coloré et du petit chapelet incolore, se subdivisent, et se disposent en séries régulières comme celles-ci, et qu'il en résulte des séries de petites cloisons ou petits tractus alternants qui relient le manchon au chapelet coloré. Cette disposition nous permettra de nous rendre compte de la forme plus ou moins ondulée de la tête colorée de certains spermatozoïdes, ceux de *Scyllium catulus*, par exemple.

En même temps que le manchon céphalique s'allonge, les grains

de poussière colorée qui se trouvaient sur les parois des vésicules claires composantes disparaissent et s'effacent complètement. La paroi du manchon devient très délicate, et quand le spermatozoïde est mur, il est assez difficile de l'observer. Elle existe cependant, et le manchon forme autour de la tête colorée une bande claire, hyaline, très délicate, qui a échappé aux observateurs.(Pl. V, fig. 2. Pl. IX, fig. 15).

Enfin, pour parvenir au dernier degré de son développement, le chapelet coloré semble se subdiviser de plus en plus en petites vésicules qui deviennent de plus en plus disposées en une ligne serrée, si bien que l'apparence moniliforme disparaît, et la tige colorée est un mince bâtonnet, très coloré, et très réfringent, d'aspect très dense et qui, selon les espèces, présente une forme sinueuse et peut-être même hélicoïdale à courbes plus ou moins pressées.

Mais il y a ceci de remarquable, que même chez la même espèce, les courbures qui sont d'abord rares et larges, deviennent de plus en plus serrées et nombreuses, à mesure que le bâtonnet chromatique s'allonge et s'amincit. Cela s'explique, si, comme je le pense, ces sinuosités et ces tours de spire sont dus à l'influence des petits tractus ou cloisons qui relient le bâtonnet coloré aux parois du manchon. L'observation de la manière symétrique et régulière dont se disposent les parties dans les portions qu'il nous est permis de suivre (vésicules colorées, chapelet, etc.) nous permet de penser qu'une semblable tendance se réalise dans la disposition et les modifications des vésicules incolores, moins facilement observables.

Je suis donc très disposé à penser que les vésicules incolores qui constituent le manchon hyalin subissent comme les vésicules colorées des divisions successives, et que, comme ces dernières, elles déroulent leur chapelet en série régulière et probablement même en série hélicoïdale autour du bâtonnet coloré. On conçoit alors que, si le bâtonnet coloré croît plus rapidement en longueur linéaire que le manchon lui-même, celui-là soit obligé de s'infléchir, et qu'il le fera suivant des courbes dont les limites et la direction seront commandées par la situation et le nombre des

tractus ou cloisons qui font adhérer le bâtonnet aux parois mêmes du manchon. Si ces tractus sont rares, les courbes seront rares et étendues, s'ils deviennent nombreux par la multiplication des vésicules claires, les courbes deviendront plus serrées et plus nombreuses; et si enfin ces tractus sont disposés en série hélicoïdale, on conçoit que les tours de l'hélice seront d'autant plus multipliés et pressés, que la série des vésicules claires se sera allongée par la multiplication et la division des vésicules; et alors le bâtonnet coloré prendra lui-même la forme d'une hélice à tours plus nombreux et plus serrés, et subira une torsion hélicoïdale correspondante.

Chez *Scyllium catulus*, les ondulations, d'abord rares et longues, deviennent nombreuses et courtes (Pl. V, fig. 1, 2).

Chez *Acanthias*, le même phénomène se présente. (Pl. IX, fig. 14, 15).

Chez *Raja* les ondulations sont peu nombreuses au début, et ses courbes peu accentuées; ce qui tient, me semble-t-il, à ce que dans ce type les vésicules *incolores* formant le manchon sont d'abord peu nombreuses, et à ce que le bâtonnet reste longtemps épais, et croît moins rapidement par rapport au manchon (Pl. VI, fig. 4, 5; Pl. VII, fig. 10, 11; Pl. VIII, fig. 16, 17; Pl. IX, fig. 24).

Plus tard le bâtonnet croissant rapidement et les petites vésicules claires se subdivisant, le bâtonnet présente une hélice à tours très fins et très serrés. Quand le noyau a subi ces transformations, il constitue la tête du spermatozoïde parvenu à maturité. Cette tête se compose donc :

1° D'un bâtonnet très colorable, très réfringent, très dense et formé de nucléine condensée, ayant la forme d'une hélice plus ou moins longue, et à tours plus ou moins serrés et nombreux;

2° D'un *manchon* hyalin étroit enveloppant entièrement le bâtonnet coloré, qui paraît suspendu au centre du manchon, auquel il adhère par ses extrémités et surtout par l'extrémité céphalique, et par une série de fins tractus ou cloisons disposés régulièrement en hélice autour du bâtonnet;

3° D'une extrémité céphalique, *conique*, incolore surmontant l'extrémité du bâtonnet et du manchon, et formée de vésicules

incolores disposées en série et dont le volume décroît depuis la base voisine du bâtonnet coloré jusqu'à sa terminaison, qui paraît formée de quelques granulations très fines.

Je désigne ces parties sous les noms suivants :

1° La *tige nucléinienne ;*

2° Le *manchon hyalin ;*

3° La *coiffe hyaline*.

Et je fais remarquer d'une manière toute spéciale que toutes ces parties constituant la tête proprement dite proviennent du noyau, et que d'autre part, toutes les parties du noyau, c'est-à-dire le noyau tout entier est employé à constituer cette extrémité céphalique du spermatozoïde. Nous n'avons, en effet, vu provenir de lui aucune autre portion de l'élément reproducteur mâle.

B. *Modifications du protoplasme.* — Les modifications du protoplasme du tritospermatoblaste portent à la fois sur l'ensemble, sur la forme générale et sur la structure. Elles coïncident avec des changements dans la situation relative des éléments cellulaires qui remplissent la pyramide tronquée ou spermatogemme.

Le premier phénomène que l'on remarque, c'est un accroissement de la masse protoplasmique propre à la cellule, son léger allongement et le déplacement du noyau déjà modifié.

Le protoplasme, qui formait une couche à peu près uniforme autour du noyau, se porte vers le pôle caudal de celui-ci, si bien que l'extrémité céphalique du noyau, c'est-à-dire le pédoncule de la masse pyriforme, se trouve toucher la surface de la cellule, et la dépasse même, en se dégageant du protoplasme dont la masse principale s'est transportée vers le pôle caudal du noyau (Pl. IV, fig. 4, 5, 6, 9, 12, 13; Pl. VIII, fig. 2, 3, 6, 18, 19, 22, 27; Pl. IX, fig. 1, 2, 6, 7, 8, 13, 19, 24).

Le protoplasme a grossi notablement. Les tritospermatoblastes étaient entourés d'une couche relativement faible. Le spermatozoïde commençant a, au contraire, une grosse masse protoplasmique ; et il me semble que cette augmentation de volume coïncide avec

un accroissement dans les dimensions des vésicules contenues dans les mailles du protoplasme. Ces vésicules étaient en effet petites lors de la formation du protoplasme (Pl. VII, fig. 1, 12, 13, 14).

Elles sont bien plus volumineuses dans les tritospermatoblastes en voie de transformation. (Pl. VIII, fig. 31, 32, 34, 35, 36, 37).

En outre, si l'on observe avec de puissants objectifs apochromatiques à immersion homogène (1/18 pouce de Zeiss), on voit qu'au niveau des nœuds ou confluents du réseau se trouvent de très petits grains qui se colorent fort bien par l'hématoxyline, par le carmin aluné et par les colorants nucléaires en général (Pl. VIII, fig. 27 ; Pl. IX, fig. 24).

Je suis très disposé à les considérer comme de la poussière nucléinienne disséminée sur le parcours du réseau intervésiculaire du protoplasme, mais surtout au niveau des nœuds de ce réseau. J'ai déjà remarqué et signalé cette particularité sur les spermatoblastes des Crustacés décapodes, et surtout des Locustides [1].

Peu à peu, à mesure que s'allonge la tête du spermatozoïde, le protoplasme abandonne la surface du manchon céphalique, et se porte de plus en plus vers l'extrémité caudale de la tête, où il forme un appendice allongé volumineux, qui se termine par une extrémité effilée très délicate, qui est un filament très fin (Pl. VIII, fig. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37; Pl. IX, fig. 6, 14, 21, 22, 24).

Examinons de près ces diverses parties .

Le protoplasme présente plusieurs phénomènes intéressants.

1° Son allongement, dont j'ai déjà parlé.

2° Son accroissement de volume.

3° L'élargissement des mailles de son réseau, et par conséquent celui des vésicules qui sont comprises dans les mailles.

4° L'orientation de ces mailles dans un sens déterminé.

5° La concentration et la réduction progressive de filaments du réseau, et leur orientation.

6° Le feutrage et l'étirement des filaments de ce réseau pour constituer le filament caudal ou flagellum.

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.*, Pl. X, fig. 105, 106.

7° Et enfin, l'atrophie et la disparition des vésicules du protoplasme, sauf sur un point spécial, voisin de la tête, qui correspondra au segment moyen du spermatozoïde.

J'ai déjà parlé de l'accroissement du protoplasme et de son allongement.

Je n'ai donc pas à y revenir.

Mais j'ai parlé de l'élargissement des mailles, et je dois en donner la preuve, et indiquer en même temps l'orientation qui se dessine dans la situation de ces mailles. L'élargissement des mailles se fait d'abord dans la partie centrale de la masse protoplasmique qui tend à prendre ou a pris une forme allongée.

Les grandes mailles constituent alors, au sein de la partie périphérique à petites mailles, une sorte de cone clair légèrement ovoïde (Pl. IV, fig. 30; Pl. VII, fig. 15; Pl. VIII, fig. 9, 11, 12, 15, 23, 24, 25; Pl. IX, fig. 21).

Cet élargissement gagne ensuite les vésicules périphériques, et le protoplasme se trouve tout entier divisé en une masse aréolaire à grandes mailles.

Mais en même temps les mailles ou vésicules se disposent en séries assez régulières suivant le grand axe du cone protoplasmique (Pl. VIII, fig. 7, 8, 23, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37; Pl. IX, fig. 21).

Entre ces séries de vésicules, courent les filaments qui constituent la trame du réseau.

Le réseau paraît alors composé de plusieurs filaments longitudinaux qui sont situés entre les séries des vésicules, et de filaments transversaux courts qui servent à relier les premiers.

Cela se voit fort bien aux Pl. IV, fig. 25; Pl. VIII, fig. 15, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37.

Sur les filaments constituant les mailles du réseau sont distribués de *très fins grains* colorés par les colorants nucléaires. Ces grains sont si fins qu'on ne les aperçoit qu'avec de très puissants objectifs à immersion homogène. Mais, au niveau des confluents les grains deviennent plus gros et se distinguent mieux. Ils pro-

viennent probablement là du groupement et de l'accumulation de plusieurs granules de la fine poussière qui se trouvait dispersée sur le parcours même des filaments.

Au début, les tractus ou filaments longitudinaux sont au nombre de 4 ou 5 ou 6, (Pl. VIII, fig, 31, 32, 33, 34, 36, 37). Mais, à mesure que la masse protoplasmique s'allonge, leur nombre diminue ; mais, à mesure aussi, les filaments longitudinaux qui paraissent les plus centraux acquièrent plus d'importance, en même temps que ceux qui paraissent périphériques s'atténuent et s'effacent; leurs grains colorés disparaissent progressivement, tandis qu'ils se multiplient sur les filaments centraux.

Bientôt il ne reste plus qu'un ou deux filaments longitudinaux, et bientôt enfin même il n'en reste qu'un qui est placé au centre de la colonne ou cône très allongé formé par le protoplasme.

Mais en même temps et à mesure que se réduit le nombre des filaments longitudinaux, en même temps aussi se réduit le nombre des séries de vésicules (Pl. IV, fig. 25; Pl. VIII, fig. 15, 35, 37; Pl. IX, fig. 14, 15).

Et, enfin, le filament central unique ne se trouve plus entouré que de deux séries apparentes ou d'une couche simple de vésicules.

Les vésicules qui avaient grandi, qui s'étaient élargies, se sont rétrécies, ont perdu de leur volume, sont devenues pâles et incolores, et entourent le filament unique.

Mais il faut remarquer que ce filament central s'est de bonne heure fort allongé, qu'il a fait saillie à l'extrémité devenue aiguë du cylindre protoplasmique et qu'il s'est ainsi progressivement et rapidement transformé en filament caudal ou queue vibratile du spermatozoïde.

Si on examine maintenant ce filament à partir de son extrémité antérieure, jusqu'à sa terminaison, on fait les remarques suivantes:

Le filament caudal commence au centre du prolongement protoplasmique, au voisinage du point où finit le filament coloré de la tête du spermatozoïde. Il la continue donc en apparence. Sur une partie de son parcours, il est et reste entouré d'une couche de vésicules protoplasmiques claires, petites et égales.

Sur cette partie de son parcours sont distribués des grains fins de substance colorable par les colorants nucléaires. Ces grains ont disparu sur le reste du réseau. Au point où le filament sort du protoplasme pour devenir libre, se trouve un grain plus volumineux et plus facile à voir, que j'appellerai *le grain caudal*.

Néanmoins le filament, au sortir de la zone des vésicules, n'est pas complètement à nu et réduit à lui-même. Il est d'abord entouré d'un cône de substance granuleuse qui l'accompagne en se rétrécissant pendant une portion variable de son parcours ; et enfin il porte une série de granulations incolores qui diminuent de nombre et s'atténuent à mesure que l'on s'éloigne du grain caudal. Mais le filament caudal est ainsi accompagné et entouré d'abord par une couche protoplasmique granuleuse très mince (Pl. VI, fig. 5 ; Pl. VIII, fig. 35, 36, 37 ; Pl. III, fig. 14, 15).

Plus tard et quand le spermatozoïde sera achevé, la *zone* des *petites vésicules claires* qui entourent la partie initiale du filament caudal à partir du grain caudal se raccourcit et se rétrécit, les vésicules devenant plus petites et plus claires ; le *point caudal* disparaît entièrement et le filament très allongé et très fin, très difficile à apercevoir, apparaît comme étant nu et dépouillé de toutes les granulations qui l'accompagnaient (Pl. V, fig. 2).

De toutes ces observations il me paraît résulter clairement :

Que le reticulum protoplasmique qui a orienté ses mailles suivant un axe longitudinal qui continue l'axe longitudinal de la tête, se réduit peu à peu en un filament central unique, et que cette réduction s'accompagne de la disparition et de la dissolution des vésicules périphériques du cylindre protoplasmique. Il y a là une disparition, une atrophie des couches périphériques du protoplasme qui me paraît avoir pour conséquence le retrait et la concentration des filaments périphériques et transversaux du réseau vers le filament central. Ce dernier devient plus évident à mesure que les autres filaments disparaissent, et ce qui me porte à croire qu'il s'enrichit de la concentration sur lui des autres parties du réseau, c'est qu'il devient plus riche en grains colorés à mesure que les autres fila-

ments s'effacent. Je pense donc que le filament caudal résulte en réalité de la concentration, de la condensation et de la fusion en un filament unique de tout le réseau du protoplasme. D'ailleurs, à mesure que disparaissent les autres filaments, non seulement lui-même devient plus évident, mais il s'allonge et s'effile, et je crois pouvoir affirmer que le filament caudal est le résultat de la concentration, de l'agglutination, de l'agrégation et du feutrage en un filament unique des filaments de tout le réseau protoplasmique. A mesure que le feutrage se serre, le filament devient plus mince, plus homogène, plus réfringent ; mais en même temps il s'allonge et s'effile.

De là donc cette conséquence intéressante, que le filament caudal est le représentant modifié et le résumé de tout le réseau protoplasmique. C'est ce réseau condensé et comme soumis pour ainsi dire à l'action d'une filière qui l'a resserré, condensé, feutré et étiré.

Cette observation, qui me parait jeter un jour nouveau et intéressant sur la nature de la queue des spermatozoïdes, avait été déjà faite très clairement par moi à propos de la spermatogenèse des Locustides, que je publierai ultérieurement, et à laquelle j'ai fait quelques emprunts dans mon étude sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes[1] à propos de l'origine et du rôle de la vésicule céphalique, et de la signification et de l'origine du capuchon céphalique.

J'ai néanmoins résumé mes observations sur l'origine du filament caudal dans une note présentée à l'Académie des Sciences; et j'ai donné des dessins démonstratifs dans mon mémoire sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes (Pl. X, fig. 106, 108, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 120, 123, 124, 125, 126, 127).

Cette nature du filament caudal vibratoire, qui ne me paraît pas douteuse, me semble capable de nous ouvrir des horizons sur la nature des cils vibratiles, et des flagellums des cellules ; et je crois

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.* (*Spermat.*).

Id., *De la Spermatogenèse chez les Locustides*. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 24 novembre 1890.

qu'il y a là un point de départ intéressant pour la recherche des relations de ces cils vibratiles avec les filaments du réseau protoplasmique. Il est plus que probable en effet que ces parties mobiles et filamenteuses sont, comme le filament caudal des spermatozoïdes, des portions devenues saillantes et libres des filaments du réseau protoplasmique, et, s'il en est ainsi, ce serait donc surtout et peut-être exclusivement dans les filaments de ce réseau qu'il faudrait voir l'élément moteur de la cellule et du protoplasme.

Si donc nous résumons le résultat des observations précédentes, nous dirons que :

Si le noyau de spermatoblaste fournit la tête colorée, l'extrémité céphalique incolore ou capuchon, et le manchon du spermatozoïde, c'est-à-dire l'ensemble que l'on désigne sous le nom de tête, c'est le protoplasme qui fournit entièrement le segment moyen et le filament caudal. Le segment moyen est constitué par la portion du filament caudal qui est voisine de la tête, et qui reste enveloppé par une couche unique de petites vésicules protoplasmiques claires.

Le filament caudal proprement dit, d'abord accompagné de granulations colorées, puis incolores, se dépouille de plus en plus. Il résulte de la concentration, du feutrage progressif et de l'étirement du réseau protoplasmique.

C. *Modifications de l'ensemble de la pyramide tronquée ou spermatogemme et du protoplasme caduc.*— Nous venons de voir quelles sont les modifications qui ont conduit les tritospermatoblastes de l'état de cellules à celui de spermatozoïdes. Mais, pendant que s'opéraient ces changements dans la cellule considérée en elle-même, des phénomènes d'une autre nature, et consistant surtout en des changements de situation, s'opéraient dans l'ensemble même du contenu de la pyramide tronquée. Nous allons les étudier, avant d'aborder la question des cellules dites *basales* ou *basilaires*, et celle des corps problématiques. Nous ferons donc, dans ce qui va suivre, complètement abstraction de ce qui concerne ces derniers

points, qui sont d'une importance capitale, et auxquels je devrai consacrer un chapitre spécial.

Si on examine la pyramide tronquée] immédiatement après la formation des tritospermatoblastes par la division mitotique des deutospermatoblastes, on remarque que la pyramide, dont le volume s'est d'ailleurs accru, en même temps que celui de l'ampoule toute entière, est remplie par les tritrospermatoblastes, qui sont assez serrés et disposés sans ordre apparent bien prononcé. Ils sont composés d'un petit noyau à reticulum nucléinien granulé, et d'une mince couche de cytoplasme clair. Ils sont plongés dans une masse commune et indivise de protoplasme qui se distingue de celle des tritospermatoblastes par une structure plus granuleuse et plus opaque (Pl. III, fig. 19 ; Pl. IV, fig. 2).

Mais bientôt il se fait des changements remarquables dans la situation des tritospermatoblastes.

Tous se portent vers la périphérie de la pyramide tronquée, si bien que, lorsque se sont formés dans le noyau la masse pyriforme colorée et son manchon hyalin, une coupe de la pyramide perpendiculairement à son axe montre les spermatoblastes disposés suivant une circonférence au voisinage de la surface de la pyramide.

Le centre de celle-ci est occupé par le protoplasme commun et indivis granuleux et à réseau irrégulier et lâche, qui, d'ailleurs, déborde les tritospermatoblastes au dehors et les enveloppe de tous côtés (Pl. IV, fig. 4).

Il est en outre à remarquer que les tristospermatoblastes sont orientés d'une manière identique, le noyau se trouvant extérieur, le pédoncule de la poire nucléinienne et la pointe achromatique dirigés en dehors, et le protoplasme se dirigeant vers le centre de la pyramide (Pl. IV, fig. 4 et 5).

Mais,à mesure que les spermatoblastes se transforment et s'allongent, ils subissent de nouveaux changements de situation. Ils deviennent en effet obliques de haut en bas et de dedans en dehors par rapport à l'axe de la pyramide tronquée, de sorte que toutes les extrémités protoplasmiques convergent en dedans et en

haut vers l'axe, et que toutes les extrémités céphaliques divergent en dehors et en bas.

Cette situation se modifie encore en ce que les extrémités céphaliques se portent toutes vers la base de la pyramide tronquée, ce qui résulte de ce que l'extrémité céphalique d'un spermatozoïde glisse en dehors de celui qui se trouve immédiatement au-dessous de lui (Pl. V, fig. 1).

De là, il résulte que les spermatozoïdes qui étaient situés primitivement à la partie inférieure de la pyramide se placent au centre de la base, et que les autres viennent se disposer autour d'eux, constituant des zones de plus en plus externes, suivant qu'elles sont situées plus près du sommet de la pyramide (Pl. V, fig. 3).

Mais non seulement les extrémités céphaliques se portent vers la base de la pyramide, mais elles convergent par leur extrémité libre vers le centre de cette base (Pl. V, fig. 1, 3), si bien que les pointes incolores ou capuchons se rapprochent fortement, tandis que les têtes encore très sinueuses, incomplètement déroulées et entourées de leurs manchons encore assez épais, représentent un faisceau divergent du côté de l'extrémité caudale (Pl. V, fig. 3).

Les segments moyens convergent au contraire vers le haut, et les filaments caudaux, de plus en plus libres et amincis, finissent par s'agglutiner en un faisceau étroit et finement conique.

Par suite de tous ces changements, la pyramide tronquée ou plutôt son contenu cellulaire a pris la forme d'une pyramide ou d'un cône fortement renflé un peu au-dessus de sa base, et dont l'extrémité, très effilée, atteint le centre de l'ampoule. Cette dernière a d'ailleurs grossi.

Enfin le bâtonnet céphalique achevant de se dérouler et prenant une forme plus droite, le renflement sus-basilaire de la pyramide diminue peu à peu ; les têtes deviennent parallèles, et se rapprochent les unes des autres dans toute leur longueur (Pl. VI, fig. 4).

Ce rapprochement s'accentue à mesure que les têtes s'allongent et deviennent plus rectilignes, et enfin les spermatozoïdes complètement développés se présentent sous la forme d'un faisceau

compacte dont les éléments paraissent étroitement agglutinés, et dont les têtes sont toutes parallèles, tandis que les pointes céphaliques ou coiffes incolores convergent encore légèrement vers le centre de la base, que les segments moyens convergent également vers le sommet et que les filaments caudaux très fins, très ténus, forment un écheveau serré qui semble flotter dans le centre de l'ampoule, et qui s'effile longuement (Pl. VII, fig. 2).

Il y a là une série de phénomènes de transport fort remarquables, que j'ai décrits de mon mieux, et dont il me reste maintenant à indiquer la cause et le mécanisme.

En décrivant les éléments qui composent la pyramide tronquée, j'ai parlé de la masse commune et indivise de protoplasme granuleux et à réticulum à larges mailles, dans laquelle sont plongés les spermatoblastes.

Nous avons vu que les spermatoblastes de la troisième génération ou tritospermatoblastes étaient d'abord dispersés dans cette masse sans ordre bien apparent, et qu'ils étaient ensuite disposés sur la périphérie.

Je dis sans ordre *apparent* ; mais il est probable qu'il y a dans l'orientation des spermatoblastes, c'est-à-dire dans la direction de leur axe qui sera plus tard l'axe des spermatozoïdes, une disposition régulière qui nous échappe, parce qu'elle n'est pas révélée par des détails de structure saisissables pour nous.

Les phénomènes qui vont survenir nous permettent de soupçonner cet ordre dans l'orientation, car nous avons vu que bientôt tous les spermatoblastes déjà modifiés se trouvaient disposés en cercle autour de la partie centrale de la pyramide et au voisinage de la surface de cette dernière, et que toutes les extrémités aiguës de la masse pyriforme colorée étaient dirigées en dehors, tandis que les masses protoplasmiques se trouvaient en dedans (Pl. IV, fig, 4 et 5).

Comment s'opère ce transport vers la périphérie ? Quelle en est la cause et le mécanisme ? Il me semble qu'on peut en rapporter la cause au développement en longueur du tritospermatoblaste

et au grossissement considérable de sa masse protoplasmique. Les spermatoblastes étant orientés suivant les rayons de la pyramide tronquée, les masses protoplasmiques, situées en dedans et vers l'axe de la pyramide, grossissent d'abord et s'allongent ensuite considérablement (Pl. V, fig. 1).

On comprend que ces masses tendent à envahir le centre de la pyramide, à l'occuper entièrement et à repousser les noyaux et par conséquent les extrémités céphaliques en dehors, vers la paroi de la pyramide. Mais dans le centre de la pyramide se trouvaient aussi des portions de la masse protoplasmique commune granuleuse et à larges mailles, dans laquelle étaient plongés les tritospermatoblastes. Cette portion centrale du protoplasme commun est également chassée et repoussée en dehors par les masses protoplasmiques propres des tritospermatoblastes. Et il résulte de là que la pyramide tronquée est occupée dans le centre presque exclusivement par les corps protoplasmiques, ou futures portions caudales des spermatozoïdes, tandis qu'à la périphérie se trouvent refoulées les portions nucléaires ou futures têtes et la masse protoplasmique commune indivise. Voilà une explication qui me paraît bien en harmonie avec les faits observés.

Comment comprendre la direction oblique imprimée aux spermatozoïdes, et leur attraction progressive vers la base de la pyramide, de manière à constituer un faisceau dans lequel tous les segments céphaliques occupent la même zone, tous les segments moyens, et tous les filaments caudaux également?

Ce transport remarquable me paraît clairement dépendre de la disposition acquise en dernier lieu par le contenu de la pyramide et des propriétés et de la destinée du protoplasme commun.

Ce protoplasme est en effet appelé à disparaître, et il le fait en se rétractant, et en perdant progressivement de son volume. Il s'atrophie en se rétractant. Ses mailles, larges et lâches, se resserrent, ses granulations, éparses et dispersées, se rapprochent; le mouvement de rétraction se fait du sommet de la pyramide vers sa base, car c'est là que la masse protoplasmique est adhérente, tandis qu'elle est libre dans le reste de sa surface. En outre le

liquide grumeleux et légèrement granuleux de la cavité centrale augmente et remplace la masse protoplasmique qui se retire.

Mais le protoplasme commun, par suite de son expulsion du centre de la pyramide, peut être considéré comme représentant un vase ou une coupe à parois plus ou moins épaisses, dans l'épaisseur desquelles sont disposées, dans l'ordre déjà décrit, les têtes des spermatozoïdes (Pl V, fig. 1).

La rétraction de ce protoplasme vers la base de la pyramide ou vers la membrane périphérique de l'ampoule testiculaire a pour résultat de raccourcir les parois de la coupe et de la transformer en un disque plus ou moins épais.

Mais les têtes des spermatozoïdes sont par cela même attirées aussi vers la membrane de l'ampoule, et entrainées vers la base de la pyramide par leur extrémité fibre avec le protoplasme commun qui les enveloppe, tandis qu'elles sont retenues vers le sommet de la pyramide par leur extrémité protoplasmique. Elles deviennent d'abord obliques et comme imbriquées de haut en bas et de dedans en dehors par rapport à l'axe de la pyramide. Cette obliquité augmente (Pl. V, fig. 1) ; et la rétraction suivant son cours, les têtes des spermatozoïdes supérieurs glissent sur la face externe des têtes des spermatozoïdes située au-dessous, et viennent se placer à côté d'elles et en dehors (Pl. V, fig. 3).

Les spermatozoïdes supérieurs viennent donc former des zones autour des spermatozoïdes primitivement inférieurs ; et ces zones sont d'autant plus externes que les spermatozoïdes étaient primitivement plus rapprochés du sommet de la pyramide tronquée.

Le mouvement de rétraction du protoplasme paraît s'accentuer d'abord vers la base ; aussi les têtes des spermatozoïdes qui étaient d'abord convergentes par leur extrémité caudale (Pl. V, fig. 1), le deviennent-elles ensuite par leur extrémité libre ou céphalique (Pl. V, fig. 3) ; et enfin la rétraction s'accentuant et gagnant la portion du protoplasme commun dans laquelle sont les portions supérieures ou caudales des têtes, celles-ci se rapprochent à leur tour, et les têtes deviennent à peu près parallèles (Pl. VI, fig. 4). Enfin la rétraction du protoplasme s'accentue encore, les têtes

se rapprochent et s'agglutinent en faisceau serré, et le protoplasme commun persiste encore comme une couche plus ou moins épaisse à la base du faisceau (Pl. VII, fig. 2 *a*).

Enfin ce protoplasme se rétrécit, s'atténue par suite du mouvement interne de résorption qui le domine, et qui finira par le détruire complètement, et par suite aussi de la pression qu'exercent sur lui des éléments dont il nous reste à écrire la genèse, la disposition et la signification.

Le protoplasme commun, protoplasme primitif dans lequel ont vécu et se sont multipliés les noyaux-germes primitifs, et qui constituait le protoplasme du pli progerminatif, est donc un protoplasme *caduc*, et c'est sous ce nom que je le désignerai.

Les figures déjà citées dans le cours de ce chapitre permettent de suivre clairement les diverses phases de sa destinée. Mais on peut aussi examiner à ce propos la figure (Pl. VII, fig. 3).

CHAPITRE V

DES GERMES DE REMPLACEMENT.

(*Cellules basilaires et corps problématiques.*)

Si j'avais suivi les anciens errements, j'aurais inscrit en tête de ce chapitre, non le titre qui y figure comme titre vrai, mais celui qui est compris entre des parenthèses. Ce dernier, en effet, correspond à des idées tout à fait erronées sur les cellules dites basilaires, et à l'absence de toute notion vraie et exacte sur des corps qui ont dû leur nom de corps problématiques à l'ignorance complète où l'on était de leur signification et de leur origine. J'ai à dessein substitué le premier titre au second, car ce chapitre est le résultat de recherches personnelles auxquelles j'attache pour la question une réelle importance, puisqu'à mon avis, elles permettent de donner sur ces points obscurs des notions complètes, certaines et définitives, qui constituent une des parties les plus originales de ce travail.

Vers la fin de la période de formation des colonnes de protospermatoblastes, mais d'ailleurs à des époques variables suivant les cas, l'observateur commence à constater à la base des colonnes ou pyramides tronquées, et appliqués contre la paroi membraneuse de l'ampoule, des noyaux aplatis, très transparents, très pauvres en grains colorés, et que l'œil ne distingue d'abord que difficilement. Ces noyaux paraissent d'abord assez clair-semés irrégulièrement, et chacune des colonnes ne paraît pas en posséder un pour elle (Pl. II, fig. 7 et 8).

Antérieurement, c'est-à-dire pendant presque toute la durée des divisions amitotiques du noyau-germe destinées à fournir la série de sept ou huit protospermatoblastes, rien de semblable n'avait été observé dans la cavité de l'ampoule ; et celle-ci semblait

occupée seulement par les noyaux-germes se divisant et par leurs filles c'est-à-dire les protospermatoblastes constitués par un noyau arrondi entouré d'une zone propre de protoplasma (Pl. I, fig. 12; Pl. II, fig. 1, 2, 3, 4, 6).

Plus tard, c'est-à-dire à partir du moment où les séries columnaires radiées de protospermatoblastes sont complètes, quand les mitoses destinées à fournir les deutospermatoblastes s'effectuent, le nombre de ces noyaux pariétaux paraît plus considérable; leur forme et leur situation se régularisent. Les pyramides tronquées occupées par les tritospermatoblastes, et à plus forte raison, les faisceaux de spermatozoïdes, présentent toutes à leur base un noyau à coupe elliptique sur lequel semble reposer l'ensemble du contenu de la pyramide tronquée, et qui *paraît* en outre faire partie intégrante du contenu de cette pyramide (Pl. IV, fig. 2, 3; Pl. VII, fig. 12).

Ce sont ces noyaux que presque tous les auteurs ont remarqués, non seulement chez les Sélaciens, mais chez presque tous les animaux vertébrés ou invertébrés, et auxquels on a donné le nom de noyaux basilaires, noyaux recouvrants, etc., et auxquels on a attribué des origines et des significations aussi variées qu'erronées, dont je réserve l'examen pour la portion historique et critique de ce travail.

Je me suis jusqu'à présent borné à décrire les phénomènes facilement observables qui les concernent; je reprendrai leur étude de manière à vider la question; mais pour y parvenir d'une manière rationnelle et complète, je dois faire pour les corps problématiques ce que je viens de faire pour les noyaux basilaires, c'est-à-dire donner une description sommaire des phénomènes observés et reconnus par tous.

Quand on examine une ampoule dans laquelle le développement des spermatozoïdes est achevé ou près d'être achevé, on aperçoit à côté de chacun des faisceaux de spermatozoïdes, et *en apparence*, dans l'intérieur de la pyramide tronquée, et *en apparence* aussi plongé dans le protoplasme commun, un corps ovalaire allongé dans le sens du faisceau et appliqué sur son côté.

Ce corps est ovalaire, clair, peu réfringent, et se colore, mais faiblement par les colorants nucléaires. On a été porté à le considérer comme un noyau modifié, mais l'ignorance de son origine, de sa nature et de son rôle, l'a fait désigner par Semper comme *corps problématique*.

Contrairement à ce que l'on a prétendu, ces corps problématiques n'existent pas toujours à cette époque du développement des spermatozoïdes ; et il est des sujets et des ampoules, chez lesquels on n'en trouve pas de trace.

Chez d'autres sujets, au contraire, toutes les ampoules en sont régulièrement pourvues. C'est là une observation qui n'a pas été faite ; et l'on a supposé partout l'existence de ce corps problématique, même là où on n'avait pu l'apercevoir.

La situation et la forme de ce corps varient d'ailleurs un peu. Situé plus près de la base, au début de la période où on commence à en constater l'existence, il s'enfonce peu à peu plus tard vers l'intérieur de l'ampoule. Sa forme ovalaire s'allonge et s'amincit.

Sur son compte, aussi bien que sur celui des noyaux basilaires, les théories les plus bizarres et les plus erronées ont été émises, car jusqu'à aujourd'hui aucun observateur n'est parvenu à en établir nettement la genèse et la signification. L'exposé qui va suivre ne méritera pas, je l'espère, le même reproche.

Pour apporter dans l'examen et la solution de cette question toute la lumière désirable, il convient de faire l'histoire de ces éléments cellulaires depuis leur apparition la plus reculée jusqu'à leur complet développement, et même jusqu'à leur destruction et leur disparition totale.

Nous avons vu que le pli ou tissu progerminatif qui est appelé à devenir le lieu de formation, et pour ainsi dire la matière première des ampoules testiculaires, n'était autre chose qu'une sorte de tissu conjonctif ou cellulaire embryonnaire, dont toutes les cellules aplaties et allongées paraissaient avoir la même origine, la même structure et la même signification (Pl. I, fig. 1, *A'*).

Nous avons vu aussi que, au sein de ce tissu, quelques noyaux

se multipliaient par amitose, grossissaient, et constituaient des groupes rapprochés de noyaux plus arrondis, plus volumineux, plongés dans une masse commune de protoplasme. Ces groupes de noyaux, réunis en une masse sous forme de fuseaux ou colonnes dans le sein du tissu germinatif, ont constitué pour nous des nids de germes ou nids de blastème, séparés les uns des autres par un tissu filamenteux lâche et délicat provenant de la substance intermédiaire du tissu conjonctif primitif. Autour de ces fuseaux comprenant un certain nombre de nids, le tissu conjonctif environnant se tasse sous forme de membrane lâche d'abord, mais qui s'amincit et se dessine à mesure que grossissent les nids de blastème (Pl. I, fig. 1. A, B, C, D, E, F.).

Dans cette membrane sont naturellement compris les noyaux que renfermait cette zone du tissu conjonctif. Ces noyaux s'y multiplient par amitose, mais sans grossir (Pl. I, fig. 1).

Bien plus, les nids grossissant et tendant à se transformer en ampoules, ces noyaux de la membrane se multiplient et se répandent pour ainsi dire sur divers points de la périphérie de l'ampoule, car l'ampoule grossissant les éloigne les uns des autres (Pl. I, fig. 1, 6, 7, 8, 12).

Mais à mesure aussi que l'ampoule grossit, la membrane enveloppante s'amincit et se tasse, son feutrage se serre, et les noyaux qu'elle renferme sont eux-mêmes de plus en plus comprimés et aplatis (Pl. I, fig. 12 ; Pl. II, fig. 1, 2, 3, 4, 6).

Ces noyaux finissent par devenir très minces, si bien qu'ils ont échappé à l'attention de bien des observateurs et que *tous* les ont considérés comme de simples noyaux conjonctifs de la membrane, n'ayant aucune importance et aucun avenir, et constituant des quantités négligeables. Ce sont, en effet, des éléments nucléaires de la membrane conjonctive ; mais leur signification et leur valeur ont une toute autre importance qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent. C'est ce qui ressort de l'examen attentif et suivi de leurs futures destinées.

Si l'on porte une attention soutenue à suivre leurs transformations, voici, en effet, ce que l'on observe.

La membrane conjonctive d'enveloppe de l'ampoule, ne possédant encore dans chaque pyramide tronquée que trois ou quatre spermatoblastes, contient dans son épaisseur un nombre plus ou moins grand de noyaux minces et très aplatis, distribués d'une manière assez irrégulière, mais formant par place une ou deux couches qui paraissent superposées (Pl. II, fig. 4, 6).

Ces noyaux proviennent du feutrage du tissu conjonctif progerminatif qui entourait le nid de germes et du tassement par la pression excentrique qu'exerce le nid par suite de la multiplication et de la croissance en volume de ces éléments cellulaires (Pl. I, fig. 7 *a*).

Il est facile de comprendre que ce tassement par compression applique les noyaux périphériques les uns sur les autres et les dispose comme le représente la fig. 4, Pl. II.

On comprend aussi que ces noyaux puissent ainsi, dans certains points, constituer plusieurs couches, qui paraissent en contact direct les unes avec les autres, mais qui en réalité sont séparées par des membranes extrêmement minces, difficiles à apercevoir, mais qui proviennent du tassement et de l'amincissement de la substance intermédiaire filamenteuse du tissu conjonctif progerminatif. Ces noyaux discoïdes sont plongés dans une couche protoplasmique extrêmement mince et aplatie.

A cette époque, les noyaux minces de la membrane ne font aucune saillie dans la cavité de l'ampoule, aussi aucun observateur ne les y a aperçus et signalés. On les a vus dans l'épaisseur de la membrane, on les a considérés comme extérieurs à la cavité ampullaire, et tous les auteurs ont cru qu'ils restaient ainsi jusqu'à la fin. Mais telle n'est pas la vérité, pour un certain nombre d'entre eux du moins.

Ceux, en effet, qui constituent les couches internes, c'est-à-dire ceux qui sont le plus rapprochés de la cavité de l'ampoule, vont entrer en activité vers la fin de la période de formation des protospermatoblastes, c'est-à-dire à l'époque où l'activité formatrice des premiers germes primitifs commence à s'épuiser. Si l'on observe à ce moment de bonnes coupes, très fines, bien colorées et dans

lesquelles les éléments ont été soigneusement fixés par la liqueur chromo-acéto-osmique de Flemming, on distingue sur la face interne de la membrane de l'ampoule, et au-dessous des protospermatoblastes externes, des saillies d'abord très faibles, généralement associées au nombre de deux. Ces saillies sont très claires, très transparentes, et échappent facilement à l'observation ; mais si on emploie de bonnes préparations et de bons objectifs à immersion homogène, non seulement on les apercevra, mais on pourra en analyser la constitution.

Ces saillies, en forme de mamelons très aplatis et de forme lenticulaire plano-convexe, sont composées :

1° D'un noyau aplati, mais commençant à se gonfler de manière à faire saillie (Pl. II, fig. 1 *a, c* ; Pl. III, fig. 21 ; Pl. IV ; fig. 9 *b*, *c*, *d*).

Quelques noyaux voisins situés dans les couches superficielles de la membrane peuvent participer à ce processus (Pl. IV, fig 1 *e*). Mais ce sont là des cas relativement rares et qui aboutissent simplement à une division cellulaire, mais non à un accroissement de volume comparable à celui qui atteint les noyaux situés vers la face interne de la membrane.

2° D'une couche mince de protoplasme clair et finement granuleux qui forme une lentille aplatie, à bords très amincis et tranchants.

3° Le noyau et son protoplasme sont compris dans une cavité lenticulaire dépendant de la membrane de l'ampoule, cavité dont la paroi externe est plus résistante, plus épaisse que l'interne, et renferme même assez souvent des noyaux discoïdes, et dont la paroi interne, très délicate, tend à s'effacer sous l'influence de la pression centrifuge du contenu (noyau et protoplasme) et ne se distingue que difficilement. L'éosine et les colorants du protoplasme, le violet de gentiane, la mettent pourtant en évidence quand le contenu n'a pas encore atteint un grand volume.

Les noyaux, devenus ainsi légèrement saillants, continuent à grossir, en prenant un aspect et une structure qui expliquent qu'ils

aient, à cette phase précoce, échappé à l'attention des observateurs. Tandis que les noyaux discoïdes, dont ils ne sont que la transformation, paraissaient très colorés et très réfringents, parce que les grains de nucléine y étaient rapprochés et tassés par l'effet même du feutrage de la membrane et de l'aplatissement des noyaux ; ici, c'est-à-dire chez les noyaux devenus gonflés et volumineux, les grains de nucléine se sont pour ainsi dire pulvérisés et dispersés sur le parcours et surtout aux nœuds d'un réseau très délicat qui occupe la cavité de ces noyaux (Pl. III, fig. 16, 17, 19, 20, 21 ; Pl IV, fig. 1).

Mais bientôt ces noyaux non seulement se gonflent, mais présentent des phénomènes de division directe, et cette division se fait *exactement* comme celle des premiers germes, c'est-à-dire par voie de pulvérisation de la nucléine, et de clivage (Pl. III, fig. 20).

Toutefois je dois faire remarquer que dans bien des cas le clivage s'accompagne d'un étranglement notable du noyau, qui tient soit à la nature du processus, soit à ce que l'augmentation rapide de volume de l'ampoule tend à éloigner rapidement les deux centres nucléaires des noyaux qui sont appelés à se séparer.

La Pl. III, fig. 20, montre un exemple de clivage avec très léger étranglement, tandis que les Pl. III, fig. 16, 17, et Pl. IV, fig. 1, montrent des étranglements plus prononcés coïncidant avec des phénomènes de clivage.

Ce qui me porte à penser que l'expansion de la paroi ampullaire joue un rôle dans ces phénomènes, c'est que parfois les noyaux s'étalent et s'allongent singulièrement en même temps qu'ils se segmentent. C'est ce que montre bien la Pl. IV, fig. 1, en *c*, *d*, *f*.

Les noyaux se multiplient donc par division directe ; mais ils conservent pour la plupart une forme encore peu saillante, qui, unie à la pauvreté de la plupart d'entre eux en nucléine, les a fait ignorer des observateurs.

Quelques-uns, plus saillants, se distinguent parfois çà et là, avant que toutes les colonnes de protospermatoblastes soient com-

plétées, et c'est ainsi qu'ils ont été aperçus et dessinés par de rares observateurs, Swaën et Masquelin, par exemple (Pl. XXII, fig. 10, de leur mémoire[1]) mais, qui leur ont attribué une origine tout à fait erronée.

Je les ai également dessinés (Pl. II, fig. 7). Toutefois, il est bon d'ajouter qu'il n'en est pas toujours ainsi, et que dans certains cas dont je n'ai pas déterminé les conditions (âge du sujet, époque de l'année. etc.), les noyaux saillants font encore défaut.

Je suis très disposé à penser qu'il y a certainement des différences et des variations dans l'époque relative de développement et de division de ces noyaux de la membrane, appelés à faire saillies dans la cavité de l'ampoule ; ainsi dans les fig. 1, 2, 3 de la Pl. II, ces noyaux, ne faisaient pas encore une saillie bien marquée dans la cavité, tandis qu'il en est autrement dans la fig. 7 de la Pl. II qui était à peine plus avancée.

Les noyaux se multipliant, la face interne de la membrane de l'ampoule se trouve bientôt tapissée par une couche de noyaux assez aplatis, entourés d'une lentille de protoplasme. C'est là une sorte de pavé ou de mosaïque, dont chacun des éléments est constitué par un noyau clair, avec protoplasme périphérique ; et ce pavé présente autant de saillies qu'il y a d'éléments cellulaires. Quand la surface entière est ainsi recouverte, la division s'arrête, et chacun des éléments atteint le volume et les dimensions des germes qui ont été le point de départ des colonnes de spermatoblastes; et comme celles-ci ont les dimensions mêmes de ces germes, il se trouve, qu'il y a à la face interne de la membrane de l'ampoule autant de pavés, c'est-à-dire autant de cellules dites basilaires, qu'il y a de pyramides tronquées. Aussi a-t-on cru *trop facilement* qu'à chaque pyramide correspondait exactement une cellule basilaire, et que cette cellule appartenait à la pyramide, en était partie intégrante, et facteur capital.

C'est là une erreur d'appréciation contre laquelle je proteste au nom de l'observation. Les cellules dites basilaires ont une origine tout à fait étrangère au contenu de la pyramide ; et si l'on veut

[1] Swaën et H. Masquelin ; *loc. cit.*

bien s'en donner la peine, et observer en dehors de toute idée préconçue et de toute prévention, on verra que, dans bien des cas, les cellules basilaires sont loin de correspondre exactement avec le périmètre des bases des pyramides ; et qu'elles chevauchent très évidemment avec elles dans un grand nombre de cas.

Seulement, en grossissant et en s'étendant latéralement, elles se glissent plus ou moins sous la base des pyramides, et paraissent plus ou moins correspondre avec cette base. Mais je dois dire qu'en observant bien, on constate qu'un certain degré de chevauchement est la règle, encore plus que la correspondance exacte (Pl. II, fig. 7, 8; Pl. III, fig. 19, 21).

Et j'ajoute que ce chevauchement s'accentuera dans la suite, et que, quand se formeront les faisceaux de spermatozoïdes, il deviendra presque toujours la règle, pour des raisons nouvelles qu'il sera bientôt temps d'exposer (Pl. V, fig. 1, 3, 4, 5, 7, 8; Pl. VI, fig. 1, 2, 7).

Mais il est des cas où la correspondance paraît exacte et réelle et où elle se maintient parfois jusqu'à la fin (Pl. VII, fig. 1, 2,) Je donnerai l'explication de ce maintien; mais je n'en fais pas moins remarquer que, dans l'espèce, les cas où a lieu le défaut de correspondance, le chevauchement ou l'alternance, ont plus de signification et d'importance que les cas où la correspondance s'est produite ; c'est ce que la suite fera d'ailleurs mieux comprendre.

Les phénomènes de division et de multiplication des cellules dites basilaires, qui ont débuté vers la fin de la période de formation des colonnes de protospermatoblastes, se poursuivent pendant deux phases de cinèse, qui ont pour résultat la formation des deuto, et des tritospermatoblastes. Aussi, au moment où les tristospermatoblastes sont formés, et où va commencer la transformation en spermatozoïdes, chacune des pyramides tronquées possède une cellule basilaire concordante, ou chevauchant plus ou moins avec sa base (Pl. III, fig. 19; Pl. IV, fig. 2).

Arrivées au terme de leur multiplication, les cellules dites basilaires grossissent, les moyennes se renflent progressivement et tendent à devenir sphériques. En même temps, les grains de

nucléine grossissent et augmentent de nombre ; il s'y forme un nucléole-nucléinien semblable à celui des noyaux-germes, et le réseau devient plus évident et plus régulier. Ces noyaux paraissent donc acquérir plus de vitalité, plus d'activité, et une importance comme rôle supérieure à leur importance et à leur valeur premières (Pl. VI, fig. 4).

Ces noyaux deviennent, comme constitution et apparence, *identiques* aux *noyaux-germes* que nous avons étudiés à propos de la formation des ampoules primitives.

Ils vont devenir le siège de phénomènes qui accentueront encore cette identité, et que nous allons examiner.

Pendant que les noyaux basilaires ont grossi, et sont devenus presque sphériques, la masse protoplasmique qui les entourait, d'abord très réduite, a grossi également.

La membrane qui séparait cette masse protoplasmique du protoplasme commun, distendue par le gonflement de la cellule basilaire, s'est peu à peu amincie et résorbée, et ne peut plus être aperçue, si bien que le protoplasme commun de la pyramide tronquée et celui de la cellule basilaire semblent continus, et paraissent faire partie d'une seule et même masse. C'est là une *apparence* qui a trompé tous les observateurs jusqu'à ce jour, et qui a fait croire que le noyau basilaire était compris dans la pyramide tronquée, tandis qu'il lui est extérieur et étranger. C'est ce que la période de début de la saillie basilaire a déjà permis de constater ; mais c'est ce que démontreront aussi les modifications ultérieures qui, établissant entre les deux protoplasmes des différences notables de structure et d'apparence, permettront de les distinguer nettement.

Nous avons vu, en effet, qu'après les premières phases de transformation des tritospermatoblastes en spermatozoïdes, le protoplasme commun de la pyramide tronquée qui enveloppe les segments céphaliques subit un mouvement de rétraction vers la base de la pyramide, mouvement qui exerce une traction sur les têtes et qui les rassemble en un faisceau dans lequel les têtes sont rangées dans une même zone, et sont disposées parallèlement entre

elles. Ce mouvement de rétraction du protoplasme commun vers la base de la pyramide a pour résultat de condenser ce protoplasme vers cette base et de donner à cette masse qui enveloppe une partie des têtes et la pointe céphalique, une structure dense, opaque et très grenue qui la distingue immédiatement du protoplasme clair, finement granuleux et à réticulum délicat qui, à cette période, enveloppe les noyaux basilaires.

En outre, les colorants du protoplasme peuvent, quand ils sont convenablement employés, révéler cette indépendance des deux protoplasmes. En effet, les colorations modérées à l'éosine colorent bien à ce moment le protoplasme de la cellule basilaire, tandis qu'ils colorent bien moins, et, selon l'emploi, pas du tout, le protoplasme de le pyramide, devenu *altéré* et *caduc*, à l'époque où les faisceaux de spermatozoïdes sont bien formés. (Pl. V, fig. 3, 4, 5, 7; Pl. VI, fig. 1, 4).

Cette différence de structure s'accentue à mesure que se forment les spermatozoïdes; mais elle frappe, malgré cela, de moins en moins l'observateur, parce que le protoplasme caduc granuleux se réduit de plus en plus, tandis que le protoplasme propre des cellules basilaires augmente, ainsi que nous allons le voir, et absorbe toute l'attention de l'observateur qui le considère comme représentant tout le protoplasme. (Pl. V, fig. 5, 7, 8; Pl. VI, fig. 2, 6, 7; Pl. VII, fig. 3).

Mais le protoplasme commun n'en subsiste pas moins plus ou moins réduit, jusqu'à ce qu'il disparaisse entièrement ou presque entièrement lorsque les faisceaux de spermatozoïdes se détachent.

Mais l'accroissement du protoplasme des cellules basilaires s'accompagne d'un phénomène très remarquable, quoiqu'il n'ait été remarqué par aucun des auteurs qui m'ont précédé dans cette étude. Et cependant il a une importance considérable pour la détermination de la valeur des noyaux dits basilaires et des corps dits problématiques. Ce phénomène, c'est celui de la division des noyaux basilaires, que je vais décrire immédiatement.

Quand la transformation des tritospermatoblastes ou spermatozoïdes est déjà avancée et par conséquent quand l'activité nutri-

tive commence à décliner dans cette partie du contenu de l'ampoule, l'activité nutritive des cellules basilaires, restée jusqu'alors assez modérée, devient aussitôt plus intense. Ces noyaux grossissent beaucoup, deviennent sphériques et volumineux ; leur nucléine s'enrichit et devient bien plus évidente.

Leur nucléine, primitivement composée de grains petits et épars sur le parcours d'un réticulum délicat, acquiert des grains plus gros et plus nombreux, et en un point du noyau apparaît un nucléole nucléinien, formé évidemment par l'agglomération et la concentration de gros grains de nucléïne. (Pl. V, fig. 1 ; Pl. VI, fig. 4 ; Pl. VII, fig. 1, 2).

Et bientôt apparaissent des phénomènes non douteux de division directe par voie mixte de pulvérisation de la nucléïne avec clivage et étranglement, exactement comme cela s'était produit lors de la division des noyaux renflés de la membrane pour la formation des cellules basilaires.

Les noyaux-filles se comportent donc exactement comme les noyaux-mères.

La nucléïne se pulvérise, le nucléole disparaît ou s'atténue ; puis il se forme une voie lactée avec léger étranglement, et enfin il y a clivage et division de chacun des noyaux basilaires en deux.

En même temps, un nucléole se reforme dans chacun des deux noyaux-filles.

La Pl. V, (fig. 4) montre un noyau dans lequel commence à se faire la pulvérisation nucléïnienne avec allongement et léger étranglement du noyau.

Les Pl. V (fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7) et VI (fig. 1) montrent les divers degrés de la pulvérisation, de la reconstitution des nucléoles, de l'étranglement et du clivage, sans qu'il soit nécessaire d'insister.

Le clivage ou le plan de division peut d'ailleurs varier. Il est vertical en Pl. VI, fig. 1 *a*, oblique en Pl. VI, fig. 1 *b*, plus ou moins horizontal ou oblique dans les Pl. V, fig. 3, 5, 6. 7.

On voit admirablement ces divisions, soit sur des coupes parallèles aux faisceaux de spermatozoïde, soit à la surface de l'ampoule (Pl. V, fig. 4).

Ce qui m'a souvent frappé, c'est que l'un des noyaux, celui qui est placé vers l'intérieur dans les cas de segmentation par un plan horizontal, était plus petit, se reconstituait moins vite que le premier, et restait plus longtemps que l'autre à l'état pulvérulent quant à sa nucléïne (Pl. V, fig. 3, 5, 6, 7). Il y a là l'indice d'une moindre activité vitale.

Je fais remarquer également que bien souvent la cellule basilaire se trouve même dès le début de la division, non à la base même du faisceau des spermatozoïdes, mais plus ou moins à côté de la base de ce faisceau (Pl. V, fig. 1, 5, 7 ; Pl. VI fig. 4), et j'ajoute que, même dans la plupart des cas où la cellule basilaire paraît coïncider avec le champ de la base du faisceau, comme en Pl. VI, fig. 1, c'est une véritable illusion d'optique, attendu que la disposition de la Pl. V, fig. 4, vue de la double flèche *a* donnerait l'apparence de la Pl. VI, fig. 1 ; et cependant les cellules basilaires sont placées en dehors et à côté des bases des faisceaux.

Le chevauchement ou l'alternance sont donc bien accentués, dans la plupart des cas, à cette période de division des cellules basilaires, mais la formation de deux noyaux va exagérer encore cette disposition, et démontrer de mieux en mieux l'indépendance des cellules dites basilaires et du protoplasme caduc dans lequel sont plongés les faisceaux de spermatozoïdes.

Les noyaux se sont divisés par voie directe ; mais le protoplasme reste indivis, comme nous l'avons vu dans la formation des nids de germes, et dans la multiplication des noyaux-germes destinés à former les ampoules et les protospermatoblastes. Les deux noyaux formés tendent à grossir et à se séparer ; la masse de protoplasme indivis commun qui les renferme, comprise le plus souvent entre deux faisceaux de spermatozoïdes, s'allonge entre eux et entraîne l'un des noyaux loin de la membrane, tandis que l'autre reste le plus souvent dans le voisinage de cette dernière (Pl. V, fig. 8 ; Pl. VI, fig. 6, 7 ; Pl. VII, fig. 3).

Cependant, parfois le noyau le plus rapproché de la membrane s'en éloigne à son tour et suit pour ainsi dire le second noyau dans son mouvement centripète (Pl. VI, fig. 2).

Le protoplasme commun des deux noyaux de la cellule dite basilaire s'est fortement accru, et s'est élevé sous forme d'un cône ou d'une pyramide entre les faisceaux de spermatozoïdes qui l'environnent. Il s'élève au-dessus même du niveau des têtes et atteint généralement l'extrémité du segment moyen des spermatozoïdes. Sur une coupe il reste plus ou moins attaché au faisceau le plus voisin, à celui qui avait avec la cellule basilaire primitive les relations de contact les plus intimes ; mais il s'en détache pourtant assez facilement, et de plus en plus facilement, de manière à montrer son sommet indépendant. C'est là un fait très fréquent dans toutes les préparations, et que la plupart des observateurs ont dessiné sans comprendre la leçon qui ressortait de cette indépendance même (Pl. VI, fig. 7 ; Pl. VII, fig. 5).

En même temps, ce protoplasme de la masse basilaire commence à présenter des phénomènes de dégénérescence et de dégradation qui iront s'accentuant. Les mailles de son réseau s'élargissent ; il devient floconneux et inégal ; les colorants le teignent difficilement et mal, il devient inégalement granuleux (Pl. VII, fig. 3).

Mais les deux noyaux subissent à leur tour des modifications importantes, qui les atteignent inégalement, et que je vais analyser.

Ces modifications portent d'abord et surtout sur le noyau interne, c'est à-dire sur celui qui s'est élevé entre les pyramides tronquées et qui est situé sur le flanc de celles-ci.

Ce noyau, compris et comprimé entre les pyramides tronquées, s'allonge fortement dans le sens du rayon de l'ampoule (Pl. VI, fig. 6).

Il a d'abord une structure exactement semblable à celle du noyau resté externe, quoique un peu moins riche en grains de nucléine. Mais comme ce dernier (Pl. IV, fig. 6), il renferme un réseau à grandes mailles sur le parcours duquel se trouvent, et particulièrement au niveau des nœuds, des grains de nucléine. Comme dans le noyau externe, quelques-uns de ces grains se réunissent en un nucléole nucléinien qui est une véritable agrégation de grains de nucléine.

Mais bientôt les grains de nucléine qui constituent le nucléole

nucléinien se transforment en vésicules claires qui sont encore assez colorables, mais qui s'agrègent et se fusionnent peu à peu, de manière à former une grande vésicule claire unique, de forme ellipsoïde, qui se colore encore un peu, mais dont la faculté de se colorer ira décroissant, ce qui indique une altération, une modification de la nucléïne. En même temps, les grains de nucléïne dispersés dans le parcours du réseau se résorbent ou s'altèrent, et cessent de paraître comme grains de nucléïne. Le réseau lui-même devient de plus en plus lâche, ses trabécules se résorbant et disparaissant. Quand cette transformation s'est opérée, c'est-à-dire quand la nucléïne s'est vésiculisée et modifiée, et quand le réseau s'est peu à peu résorbé et détruit, le noyau a pris définitivement la forme d'une grande vésicule claire, oblongue, faiblement colorable, située au centre d'une cavité claire, incolore, de même forme, où se distinguent à peine quelques tractus rares et quelques granulations, qui sont les restes du réseau. Ces diverses transformations se voient bien (Pl. V, fig. 8; Pl. VI, fig. 2, 6; Pl. VII, fig. 3).

C'est cette vésicule, oblongue, claire, homogène, faiblement colorable qui constitue ce que l'on a nommé *corps problématique*. On voit donc que ce corps n'est autre chose que le résultat de la destruction ou de l'altération du noyau par vésiculisation de la nucléïne. La cavité claire, hyaline, incolorable qui l'entoure, n'est que la cavité nucléaire dépouillée de son réseau et altérée à son tour.

Le noyau interne, peu riche en nucléïne, a échappé à l'attention des observateurs ; et d'autre part les transformations dont il est le siège, s'opérant rapidement, sont passées inaperçues; et voilà pourquoi on a considéré le corps problématique comme apparaissant soudainement[1]. On a cru également à la subite apparition de ce corps parce qu'il n'existe pas dans toutes les ampoules, même parvenues à la même phase de développement. Nous savons actuellement que le corps problématique est le résultat d'une évolution du noyau interne. Cette évolution est d'ailleurs une évolution rétrograde, car l'espace clair périphérique disparaîtra bientôt, et la vésicule colorée se ratatinera et se résorbera, ainsi que nous le verrons.

[1] Swaën et Masquelin, pag. 775.

Le corps problématique est donc un noyau qui se détruit et dans lequel s'altère la nucléïne par cette voie de la vésiculisation déjà observée par moi dans la formation du *manchon* et du *capuchon céphalique* chez ces mêmes Sélaciens, chez les Locustides dans la formation du capuchon céphalique, chez les Crustacés décapodes dans la destruction du noyau et dans sa transformation en *appendice nucléaire*, et chez les Carides dans la constitution des couches hyalines supérieure et inférieure de la tête du spermatozoïde.

Voilà un point resté jusqu'ici *tout à fait obscur* et que je considère comme définitivement éclairci.

Quant au noyau périphérique, il subira, mais seulement plus tard, des transformations également rétrogrades, mais bien moins rapides, que je vais bientôt décrire, après avoir exposé le mécanisme de la mise en liberté et de l'expulsion des spermatozoïdes. Au moment de cette expulsion, commence, en effet, pour l'ampoule testiculaire une période de dégradation et de dégénérescence qui aboutit à sa destruction totale et à sa résorption.

Le lecteur qui aura suivi attentivement les développements qui viennent d'être donnés, aura compris que les cellules basilaires et les corps problématiques sont en réalité deux noyaux provenant de la division directe d'un noyau appartenant primitivement à la membrane de l'ampoule, et descendant direct comme tel des noyaux-germes qui composaient le testicule primitif ou le pli progerminatif.

Il me paraît maintenant facile de dire quelle est la vraie signification de ces éléments nucléaires. Les cellules basilaires primitives, avant leur division, sont de vrais germes qui, restés en silence et en réserve dans la membrane de l'ampoule formée par le feutrage et le tassement du tissu conjonctif du pli progerminatif, manifestent, quand le moment propice est venu, c'est-à-dire quand une génération de spermatozoïdes touche à la maturité et va être expulsée, manifestent, dis-je, une activité nouvelle et une grande vitalité pour pourvoir à la formation d'une nouvelle génération de spermatozoïdes. Ce sont donc des *germes de remplacement*, iden-

tiques quant à leur nature à ceux que j'ai démontrés provenir des noyaux aplatis de la membrane des culs-de-sac testiculaires des Crustacés décapodes. Ce sont des éléments conjonctifs endormis qui se réveillent et reviennent à la vie embryonnaire, c'est-à-dire à la grande activité nutritive et reproductrice.

Ces noyaux-germes de remplacement des Sélaciens se comportent dès l'abord comme les germes qui ont présidé à la naissance de l'ampoule, c'est-à-dire qu'ils se divisent par amitose de manière à commencer la formation de ces colonnes de noyaux-germes qui constituent plus tard les colonnes de protospermatoblastes. Mais ici le processus s'arrête en général après une première division (et très rarement après une seconde) parce que, par suite de conditions que j'exposerai plus loin, l'ampoule n'est pas appelée chez les Sélaciens à fournir une seconde génération de spermatozoïdes. Nous sommes donc en présence de germes de remplacement destinés à avorter après un premier accès d'activité.

Ces germes de remplacement naissent au-dessous des pyramides tronquées et des faisceaux ; mais, en croissant, ils poussent et déplacent ces derniers et s'insinuent entre eux, de manière à constituer ces cônes aigus qui, après un examen superficiel, semblent faire corps avec les pyramides tronquées, mais qui, en réalité en sont tout à fait indépendants et tendent à alterner avec elles, jusqu'à ce que, prenant plus de volume, ces cônes chassent ces dernières de tout contact avec l'enveloppe et contribuent ainsi à la mise en liberté des spermatozoïdes. C'est là, d'ailleurs, le rôle joué par les germes de remplacement chez tous les animaux où une génération de spermatozoïdes doit succéder à une autre génération. Celle-là, en effet, repousse la génération nouvelle loin de la membrane de la cavité testiculaire et vers le centre de cette cavité, et l'arrache pour ainsi dire à la membrane en rompant les liens qui l'unissaient à elle.

Je tire donc de cette étude cette conclusion importante, puisqu'elle rompt avec toutes les erreurs du passé, que les cellules dites basilaires et les corps problématiques ne sont que des germes de remplacement destinés à avorter

A l'appui de cette conclusion, je dois faire remarquer que cet avortement peut d'ailleurs varier de date suivant les circonstances, car, contrairement à ce que l'on a pensé jusqu'ici, le corps problématique manque fréquemment, ce qui correspond à un avortement précoce, puisque le noyau-germe-mère ne parvient même pas à se diviser une première fois ; mais par contre, l'avortement peut être retardé, puisqu'on observe parfois deux corps problématiques, c'est-à-dire les résultats de la division du deuxième noyau-germe, d'où résulte une colonne ou pyramide ayant trois germes au lieu de deux que l'on observe généralement. J'expliquerai ces différences dans le chapitre qui va suivre.

Je dois maintenant exposer et expliquer les phénomènes qui marquent la fin de la vie de l'ampoule, c'est-à-dire le mécanisme de l'expulsion des spermatozoïdes, et les phénomènes de dégénérescence et de destruction de l'ampoule elle-même. C'est ce qui fera le sujet du chapitre suivant.

CHAPITRE VIII.

EXPULSION DES SPERMATOZOÏDES ET DÉGÉNÉRESCENCE DE L'AMPOULE

Quand les spermatozoïdes ont atteint leur maturité, ils sont expulsés de l'ampoule. Quelles sont les causes et le mécanisme de cette expulsion ?

L'expulsion commence par la mise en liberté des faisceaux de spermatozoïdes, c'est-à-dire par leur séparation de la paroi de l'ampoule. Cette séparation me paraît due à deux causes : l'accroissement de dimensions et la saillie croissante des germes de remplacement, et la désagrégation finale plus ou moins complète du protoplasme caduc.

Pour ce qui regarde la première cause, il est évident que l'accroissement et la saillie des germes de remplacement éloignent de plus en plus les faisceaux de spermatozoïdes de la membrane de l'ampoule. C'est là un processus commun, dirai-je, à toutes les spermatogenèses : la génération nouvelle soulève et chasse l'ancienne vers la cavité de l'ampoule, de la vésicule ou du tube testiculaire.

Dans le cas actuel, cela a lieu d'une manière directe et rapide, lorsque les germes de remplacement correspondent exactement à la base des faisceaux de spermatozoïdes (Pl. VI, fig. 1, 4, 6 ; Pl. VIII, fig. 1, 2).

Mais dans le cas où il y a alternance ou chevauchement entre les deux parties, les germes de remplacement tendent à envahir la paroi de l'ampoule et restreignent toujours plus la place occupée par la base des faisceaux qui adhère à la membrane (Pl. V, fig. 5, 7, 8; Pl. VI, fig. 2, 7).

Aussi le faisceau se resserre-t-il de plus en plus, et les pointes céphaliques deviennent-elles convergentes.

L'autre facteur de la mise en liberté des faisceaux, c'est la désagrégation et la disparition croissante du protoplasme caduc. Nous avons vu ce protoplasme se rétracter vers la région céphalique des spermatozoïdes. Ce mouvement de retrait s'accentue, et contribue à resserrer le faisceau des spermatozoïdes. En même temps autour des faisceaux et dans les intervalles qui les séparent, pénètre ce liquide floconneux et irrégulièrement granuleux qui occupait le centre de l'ampoule à spermatoblastes et qui s'introduit entre les faisceaux et les cellules de remplacement, à mesure que le protoplasme caduc se retire et lui abandonne la place (Pl. VII, fig. 1, 2).

On conçoit que ce liquide, s'insinuant àl a base même des faisceaux, les détache définitivement de la surface des germes de remplacement auxquels ils sont superposés ou appliqués.

D'ailleurs, cette invasion du liquide floconneux et son action libératrice sur les faisceaux sont aidées par d'autres causes moins directes, je veux dire la dégénérescence des germes de remplacement et le retrait progressif de la membrane de l'ampoule.

Je vais exposer rapidement ces deux phénomènes et j'en rechercherai ensuite les causes.

Les germes de remplacement sont, avons-nous vu, destinés à avorter. Pourquoi? Nous le verrons plus tard et nous verrons également quelle est l'explication rationnelle que l'on peut donner des variations d'époque et de phase où a lieu cet avortement.

Les phénomènes de dégénérescence et de destruction de ces germes débutent bien avant la mise en liberté des faisceaux de spermatozoïdes, puisque nous avons vu que le corps problématique était dû à une vésiculisation dégénératrice de la nucléïne du second noyau-germe et à la perte progressive de son affinité pour les colorants nucléaires.

Le noyau-germe pariétal subit à son tour des phénomènes de dégénérescence qui consistent parfois dans une vésiculisation de la nucléïne du groupe nucléolin central comme cela a lieu pour le noyau interne (Pl. VI, fig. 6).

Mais le plus souvent, les grains de nucléïne s'altèrent, disparaissent ou s'effacent sur le parcours du réseau du noyau. Ce

réseau devient lâche, et les trabécules deviennent rares, peu visibles et les mailles très larges (Pl. VII, fig. 4).

En même temps, le noyau interne du corps problématique diminue de volume; l'espace clair qui l'entourait disparaît, et la vésicule s'aplatit et devient de moins en moins distincte du protoplasme qui l'entoure (Pl. VII, fig. 4, *a*, *b*).

Le protoplasme lui-même devient plus granuleux et présente des traces de désagrégation. Le sommet des cônes qu'il forme se décompose se désagrège et disparaît successivement (Pl. VII, fig. 4, *c*, *d*, *e*).

Enfin le protoplasme ne subsiste qu'au contact de la membrane, et les noyaux restent à nu du côté de la cavité de l'ampoule (Pl. VII, fig. 5).

La désorganisation continuant, les noyaux perdent leur reticulum et se ratatinent (Pl. VII, fig. 6).

Et enfin le protoplasme restant et les noyaux se désagrègent, se décomposent et tendent à disparaître entièrement (Pl. VII, fig. 7).

Ils disparaissent en effet, et il ne reste de l'ampoule qu'une cavité constituée par une paroi membraneuse avec noyaux et un contenu floconneux et irrégulièrement granuleux.

Mais, pendant que s'opéraient ces transformations dans les germes de remplacement, transformations qui avaient pour conséquence secondaire de rompre l'adhésion des faisceaux de spermatozoïdes avec ces cônes de remplacement, la cavité de l'ampoule a subi des modifications importantes dont je préciserai la cause quand j'en aurai exposé la forme.

La cavité de l'ampoule décroît rapidement, ses parois se rétractent; il résulte de là que les bases des cônes de remplacement se rapprochent et chassent les faisceaux de spermatozoïdes qui étaient compris dans leurs intervalles (Pl. VII, fig. 4).

Il en résulte que la surface interne de la membrane finit par être entièrement occupée par les bases des cônes de remplacement; et les faisceaux de spermatozoïdes sont projetés dans le centre de l'ampoule. Ils sont ainsi devenus libres, et sont suspendus au milieu du liquide floconneux qui occupe cette cavité.

Quant au mécanisme de l'expulsion et du passage des faisceaux de spermatozoïdes dans les canalicules déférents, il ne peut être attribué à la contraction de muscles contenus dans la membrane de l'ampoule, puisque ces muscles y font défaut ; mais il me paraît naturel d'en trouver les causes dans la rétraction des parois de l'ampoule et dans l'établissement, au moment de la maturité des faisceaux, d'une cavité libre au centre du canalicule déférent. Chacune des ampoules est pourvue d'un canalicule. Mais ce canalicule n'est réellement ouvert, et n'offre libre passage au contenu de l'ampoule que vers l'époque de la maturité de cette dernière. Le canalicule commence par être un cordon plein formé au sein du tissu conjonctif testiculaire par une agglomération des éléments de ce tissu lui-même. Ce n'est qu'ultérieurement qu'une cavité se forme dans son axe, soit par la sécrétion d'un liquide, comme au centre des ampoules, soit par la résorption ou la mise en liberté des cellules centrales du cordon.

On conçoit que, tant que la lumière du canalicule n'est pas formée ou suffisante, et que les éléments internes de l'ampoule croissent et grossissent, l'ampoule augmente de volume, quoiqu'elle soit soumise à des causes de compression que j'étudierai dans un instant. Mais, que la lumière du canalicule soit désobstruée et largement ouverte, qu'en même temps les éléments internes, non seulement ne croissent plus, mais se résorbent en partie, et se désagrégent, et qu'en outre une pression soit exercée sur l'ampoule, il est évident que, soit le contenu liquide de l'ampoule, soit les faisceaux de spermatozoïdes qui, devenus libres, flottent dans son sein, seront exprimés et projetés vers l'orifice en entonnoir du canalicule déférent et y pénètreront. Une fois là, la compression qui agit sur les canalicules aussi bien que sur les ampoules, le liquide secrété dans les ampoules et les détritus des cellules de remplacement pousseront les spermatozoïdes et assureront leur marche vers les canaux séminifères plus importants.

J'ai parlé d'une pression exercée sur les ampoules et sur leurs canaux, je dois maintenant en exposer la cause.

Chez les Vertébrés autres que les Sélaciens, et tout au moins chez la plupart des Invertébrés, la loi qui préside au développement et au fonctionnement de l'organe testiculaire est la suivante.

Le rudiment embryonnaire du testicule consiste dans une agglomération de cellules blastodermiques toutes d'abord semblables entre elles. La constitution de la glande reproductrice proprement dite, comme telle, consiste en ceci, que dans quelques-unes de ces cellules le noyau se divise et se multiplie par amitoses successives sans divisions du protoplasme. De là, résultent des nids de germes appelés à former la première génération des spermatozoïdes. Les cellules qui avoisinent ces nids se disposent autour d'eux et s'aplatissent, formant ainsi une couche renfermant les noyaux aplatis des cellules constituant la membrane du tube, cul-de-sac, ou ampoule testiculaire.

Les germes se multipliant, se complétant en cellules et grossissant avant de se transformer en spermatozoïdes, le cul-de-sac testiculaire grossit, et ses parois à noyaux se feutrent de plus en plus.

Les noyaux-germes internes se transforment en spermatozoïdes qui, une fois mûrs, se détachent et sont expulsés, laissant libre la cavité du cul-de-sac.

La nouvelle génération de spermatozoïdes est fournie par le développement et la multiplication de quelques-uns des noyaux aplatis de la membrane qui produisent des saillies cellulaires dans la cavité du cul-de-sac ou nids de germes, et y constituent les vrais germes de remplacement. Les noyaux aplatis de la membrane sont donc des germes en léthargie qui se *réveillent*, et deviennent les *germes de remplacement.*

A partir de ce moment, toutes les générations suivantes de spermatozoïdes auront une semblable origine. Tous proviendront du *réveil* successif des noyaux de la membrane.

C'est là le caractère très général de la vie cytogénique ou embryogénique du testicule chez les Vertébrés et peut-être tous les Invertébrés. Chez les Sélaciens, les choses se passent autrement à certains égards.

Le rudiment embryonnaire du testicule ne produit pas seulement la première génération de spermatozoïdes ; mais il persiste pendant tout le cours de la vie reproductrice, sous forme de pli progerminatif. Toutes les générations successives de spermatozoïdes sont dues à des nids de germes provenant *directement* des cellules de ce parenchyme cellulaire embryonnaire. A chaque période de reproduction, une portion du pli progerminatif devient le siège d'un développement et d'une organisation semblables à ceux de la première génération de spermatozoïdes.

Les cellules avoisinant les nids de germes s'organisent et se feutrent en membrane de l'ampoule, qui renferme les noyaux aplatis de ces cellules. Cette réserve de testicule embryonnaire, qui a naturellement l'activité prolifique et nutritive des tissus purement blastodermiques, permet qu'à chaque saison reproductrice, il se forme, en arrière des ampoules plus ou moins mûres, de nouvelles ampoules qui grossissent très rapidement, et qui exercent par cela même sur les premières une pression considérable et croissante qui tend à les rejeter vers la paroi du testicule opposée à celle d'où proviennent les nouvelles ampoules, c'est-à-dire vers le mésorchion. Cette compression a pour effet non seulement de repousser les ampoules, mais d'en exprimer le contenu dès que ce contenu est devenu libre, et dès que la lumière du canalicule déférent est suffisante. Cette compression a en outre pour effet d'affaiblir la pénétration des liquides nutritifs dans cette portion du testicule et d'en diminuer la vitalité.

Mais la conséquence la plus intéressante de ces causes, c'est qu'avant qu'elles aient atteint un degré nuisible suffisant, le testicule obéit à la loi générale de sa vie proliférante que j'ai formulée plus haut. Les noyaux aplatis de la membrane grossissent et se multiplient, en vue de constituer des nids de germes de remplacement, appelés à faire saillie dans la cavité de l'ampoule et à fournir la nouvelle génération de spermatozoïdes. Mais peu après le début de ce processus, et à des phases un peu variables, l'entrée en activité des germes du pli progerminatif, la formation de nouvelles ampoules et leur croissance plus ou moins rapide, produisent la

compression et la dépression nutritive des ampoules de la génération précédente où les germes de remplacement avaient commencé à manifester leur réveil. Ces ampoules sont comprimées et par suite mal irriguées et mal nourries.

Les germes nés des noyaux pariétaux, mal nourris et primés dans la concurrence vitale par les germes du pli progerminatif, qui ont sur eux l'avantage d'avoir conservé plus purement leurs caractères blastodermiques, sont vaincus dans cette lutte pour l'existence, et cessent de se multiplier. Ils s'arrêtent dans leur développement, et finissent même, sous l'influence croissante de ces causes de dépression, par entrer dans la voie de la dégénérescence et de la destruction.

On voit donc la différence remarquable qu'il y a entre la genèse des germes dans le testicule des Sélaciens, et chez les autres Vertébrés. Tandis que chez ces derniers les germes blastodermiques primitifs ne fournissent *directement* que la première génération de spermatozoïdes, et que toutes les autres générations sont dues au réveil des noyaux aplatis renfermés dans la membrane, chez les Sélaciens au contraire, la persistance d'un rudiment testiculaire blastodermique non modifié permet le renouvellement indéfini de cette production *directe* des spermatozoïdes par les cellules blastodermiques, tandis que les noyaux aplatis de la membrane se trouvent maintenus dans un silence *relatif*, et sont en tout cas réduits à l'impuissance finale et à la stérilité par la prédominance du premier processus, et par l'influence déprimante qui en résulte pour eux.

Je viens de parler du silence *relatif* des germes de remplacement chez les Sélaciens. Il faut dire ce que j'entends par là et donner l'explication de ce fait.

Quoique les auteurs qui se sont occupés de la spermatogenèse des Sélaciens aient cru que le corps problématique était une formation constante et qui ne faisait jamais défaut, j'ai déjà affirmé qu'il n'en est rien, et que, dans bien des cas, on voit les ampoules testiculaires parvenues à une période voisine de la maternité et dépourvues de toute trace de corps problématique.

Semper a dessiné [1] (Pl. XVI, fig. 5, 7 de son mémoire) des cas semblables ; et je ne crains pas d'affirmer que l'observation de pareils cas et la croyance à la constance du corps problématique ont fait croire que ce dernier apparaissait ***brusquement***, et qu'il était sur le point de paraître subitement là où on ne le voyait pas encore.

C'est là une erreur ; la vésiculisation de la nucléïne du corps problématique ou noyau-germe interne se fait rapidement sans doute ; mais, si on n'aperçoit pas cette vésicule dans des ampoules déjà avancées vers la maturité, c'est que le second noyau-germe ne s'est pas formé. En d'autres termes, la division du noyau-germe basilaire ne s'est pas faite, et la vie proliférante des noyaux de la membrane s'est bornée à la formation des cellules dites basilaires. Ainsi donc, dans ces cas, le nombre des germes de remplacement ne s'élève pas au-dessus de un. Dans le cas où le corps problématique se forme, le nombre des germes de remplacement s'élève jusqu'à deux, par suite de la division amitotique du noyau-germe pariétal ou basilaire. C'est là le cas de beaucoup le plus général. Enfin, dans quelques cas rares, le nombre des noyaux-germes peut s'élever à *trois*, le second noyau s'étant lui-même divisé, de manière à donner naissance à deux corps problématiques.

Il y a donc divers degrés dans la vie proliférante des germes de remplacement, quelque écourtée qu'elle soit généralement ; et voilà pourquoi j'ai parlé de silence *relatif*.

La cause de ces différences dans la durée de la vie proliférante des germes de remplacement me paraît logiquement dépendre des inégalités qui peuvent se manifester dans l'apparition et l'intensité des causes déprimantes qui les condamnent au repos et à la régression. Nous avons vu que ces causes étaient sous la dépendance du développement des générations nouvelles d'ampoules aux dépens du tissu progerminatif embryonnaire. On conçoit donc que, si cette production d'ampoules nouvelles, ou leur accroisse-

[1] Semper ; *loc. cit.*

ment sont plus ou moins avancés ou retardés ou ralentis sous l'influence soit de la saison, soit de la nutrition, soit de l'âge de l'individu, etc., on conçoit, dis-je, que la vie nutritive et proliférante des noyaux-germes de remplacement soit plus ou moins raccourcie ou prolongée, et que leur division amitotique puisse être ou impossible ou réduite à une, ou aller jusqu'à deux. Ainsi s'expliquent naturellement, me semble-t-il, les différences très dignes de remarque qui existent dans la présence ou dans le nombre des corps problématiques, et par conséquent dans le développement des cônes de germes de remplacement.

CHAPITRE IX

COMPARAISON ENTRE LA SPERMATOGENÈSE CHEZ LES SÉLACIENS ET LA SPERMATOGENÈSE CHEZ LES CRUSTACÉS DÉCAPODES. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Il est intéressant de comparer les processus de spermatogenèse dans deux types aussi différents et aussi éloignés l'un de l'autre que des Vertébrés et des Invertébrés, et, en particulier, que les Sélaciens et les Crustacés.

On pourrait s'attendre, au premier abord, à des différences très marquées ; mais une comparaison, même serrée, conduit à de tout autres conclusions. On constate, en effet, que l'ensemble et la série des processus successifs présentent dans les deux types, des ressemblances remarquables, et que, s'il y a quelques différences, elles ne se trouvent que dans des détails ou des variations minimes qui n'altèrent en rien le parallélisme des lignes importantes et essentielles.

1° L'origine des germes est la *même* dans les deux cas.

Les germes se présentent réunis en groupes ou nids qui sont composés de *noyaux* situés dans une masse commune ou indivise de protoplasme. Ces nids constituent des *plasmodies*.

Les nids *primitifs* sont formés par la multiplication amitotique ou directe des noyaux du tissu conjonctif germinatif.

Les nids *secondaires* sont formés par la multiplication amitotique ou directe des noyaux aplatis contenus dans la membrane conjonctive de l'acinus ou cul-de-sac testiculaire.

2° La division directe des noyaux-germes se fait dans l'un et l'autre cas, par voie de pulvérisation de la nucléine et par clivage.

3° Le protoplasme indivis, dans lequel se trouvent noyés les germes, est appelé à se désorganiser et à former le protoplasme *caduc*.

4° Les noyaux-germes se transforment en cellules parfaites, c'est-à-dire en *protospermatoblastes*. Pour cela, ils acquièrent chacun une zone de protoplasme propre, non en s'emparant d'une partie du protoplasme commun qui les entoure, mais par la formation à leur surface d'une zone de protoplasme, qui, d'abord très mince et claire, s'accroît peu à peu et devient granuleuse.

5° Les protospermatoblastes subissent une première division indirecte ou mitotique, qui les transforme en *deutospermatoblastes*. Ceux-ci se divisent de même à leur tour pour former les *tritospermatoblastes*. Dans les deux cas, il y a donc deux divisions mitotiques successives.

Chez les Crustacés décapodes, les éléments cellulaires se disposent dans les acini en groupes agglomérés, de forme plus ou moins globuleuse. Chez les Sélaciens, ils se disposent en colonnes, en troncs de pyramide, dont les axes se confondent avec les rayons des ampoules. Ce sont là des différences très secondaires.

6° Quant à la formation du spermatozoïde par des modifications du tritospermatoblaste, elle présente des différences notables dans l'un et dans l'autre type ; mais une analyse approfondie du processus conduit à ce résultat qu'à travers des voies différentes le même résultat final est obtenu.

Chez les Crustacés décapodes (les Carides exceptés), la tête ou partie nucléïnienne du spermatozoïde est due au dépôt de grains de nucléïne sur les parois d'une vésicule qui paraît se former dans le sein du protoplasme au voisinage ou non loin du noyau. Le noyau lui-même tend à perdre sa nucléïne, qui se vésiculise, c'est-à-dire se transforme en vésicules, se décolore et s'atrophie plus ou moins pour former l'appendice nucléaire qui correspond au capuchon céphalique des Locustides et autres animaux.

Chez les Sélaciens, la tête du spermatozoïde, aussi bien que le capuchon céphalique ou coiffe, ont pour point de départ le noyau

lui-même. Mais dans ce noyau, la nucléine se divise en deux parts, dont l'une se vésiculise se décolore et forme le capuchon ou coiffe céphalique et le manchon hyalin, et dont l'autre se déroule, en filament plus ou moins spiral, devient dense et plus réfringente et constitue la tête elle-même.

Chez les Sélaciens donc, la tête nucléïnienne et l'enveloppe claire et hyaline (coiffe et manchon) ont pour point de départ deux portions différentes de la nucléïne du noyau.

Chez les Crustacés décapodes, la tête nucléïnienne et le capuchon ou appendice céphalique ont pour point de départ deux organes différents, la vésicule protoplasmique et le noyau. Cette différence remarquable de processus n'a cependant rien de fondamental.

En effet, chez les Carides, la tête et l'appendice céphalique ou pointe, et le plateau hyalin inférieur (qui peut être considéré comme l'homologue du manchon hyalin des Sélaciens) ont, comme chez les Sélaciens, pour point de départ le noyau lui-même. L'étude de la spermatogenèse des Carides[1] m'a, en effet, démontré que dans le noyau, les grains de nucléïne se divisent, comme chez les Sélaciens en deux parts, les uns qui se vésiculisent, se décolorent, s'atrophient et forment la pointe et le plateau, tandis que les autres deviennent plus denses, plus colorés, plus réfringents et constituent le disque céphalique proprement dit.

Une autre considération tend aussi à atténuer singulièrement la différence entre les deux processus. Parmi les Insectes orthoptères, il y en a qui, comme les Locustides, forment la tête du spermatozoïde aux dépens d'une vésicule située dans le protoplasme, tandis que le noyau donne naissance au capuchon céphalique par la vésiculisation de sa nucléïne; mais d'autres orthoptères forment la tête du spermatozoïde aux dépens mêmes de la nucléïne du noyau.

Toute différence entre ces deux processus et toute difficulté d'interprétation seraient supprimée, s'il était démontré que la vésicule protoplasmique, qui devient le point de départ de la tête chez les Crustacés décapodes et les Locustides, est en réalité un grain de nucléïne échappé du noyau, et qui se vésiculise, tout en

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.*

acquérant de nouvelles quantités de grains nucléïniens qui tapissent ses parois d'un véritable crépissage.

Mais la démonstration de cette origine nucléaire de la vésicule protoplasmique des Décapodes et des Locustides n'est rien moins que faite.

Je suis, au contraire, disposé à penser que la vésicule céphalique a pour point de départ un petit grain nucléïnien situé dans le protoplasme.

J'ai donné, en faveur de cette opinion, une série de raisons sérieuses, dans mon Mémoire sur *la Spermatogenèse des Crustacés décapodes*[1]. Seulement, il m'a été impossible de préciser quelle était la valeur et la signification de ce grain de nucléïne situé dans le protoplasme de la cellule en dehors du noyau.

L'étude de la spermatogenèse chez les Sélaciens m'a cependant permis de faire un pas important dans la voie de l'origine et de la signification à donner à ce grain nucléïnien du protoplasme.

Nous avons vu en effet que la masse protoplasmique qui, dans le tritospermatoblaste, se gonfle et s'allonge pour constituer le segment moyen et le filament caudal du spermatozoïde, possédait un réseau de filaments très délicats qui présentaient sur leur parcours, et en particulier sur les nœuds du réseau, des grains très fins et très déliés d'une sorte de poussière nucléïnienne très bien colorée et révélée par les colorants nucléaires.

Nous avons vu se former et s'accentuer par sa grosseur sur le confluent des filaments longitudinaux du réseau, c'est-à-dire à l'extrémité caudale du segment moyen, un grain plus gros que les autres, auquel j'ai donné le nom de *grain caudal*. Ce grain ne serait-il pas l'homologue du grain qui constituera chez les Décapodes la vésicule nucléaire ? Je suis disposé à le penser, et dans ce cas le *grain caudal* se trouverait chez les Décapodes au voisinage du noyau, tandis que chez les Sélaciens il serait éloigné du noyau et à l'extrémité du segment moyen. Ces deux grains auraient la

[1] A. Sabatier ; *loc. cit.*

même origine ; ils seraient dus à la condensation, sur le confluent principal des filaments, des grains de poussière nucléïnienne disséminés au début sur tout le parcours du réseau. Cette poussière, en effet, disparaît progressivement à mesure que le *grain caudal* s'accentue et grossit ; il en serait le résumé ou le représentant, soit par voie de confluence, soit par voie de balancement.

Mais, si ces deux grains caudaux ont même origine, ils n'ont pas même destinée. Chez les Décapodes, il s'accroît et devient dominant, tandis que le noyau s'atrophie. Chez les Sélaciens, il se décolore et s'efface, tandis que le noyau tend à dominer comme tête. Il semble donc y avoir balancement et développement inverse entre le noyau proprement dit de la cellule et le *grain caudal* ou second noyau, noyau du protoplasme ; l'un comme l'autre serait apte à constituer la tête du spermatozoïde. A quelle influence faudrait-il attribuer la différence si marquée de leurs destinées ? Serait-ce à ce que le grain nucléaire est rapproché du noyau chez les Décapodes, et qu'il est ainsi placé de manière à accaparer par voie de résorption l'élément nucléïnien et le suc du noyau, tandis que chez les Sélaciens le grain caudal éloigné du noyau ne se trouve pas en situation de dépouiller celui-ci ? C'est là une question qu'il est plus facile de poser que de résoudre, mais à laquelle le cas des Locustides pourrait fournir un élément d'information. Chez ces derniers, en effet, le spermatozoïde acquiert comme chez les Sélaciens une forme allongée et filiforme, et cependant la tête se forme comme chez les Décapodes aux dépens du noyau protoplasmique, tandis que le noyau proprement dit perd sa nucléïne, et forme le capuchon céphalique. Or il faut remarquer que, chez les Locustides, comme chez les Crustacés décapodes, le grain caudal ou vésicule naît au voisinage du noyau, et se trouve par conséquent dans les mêmes conditions.

Une autre condition peut aussi avoir son influence dans les différences de sort du grain caudal chez les Sélaciens et chez les Crustacés décapodes. Il faut remarquer, en effet, que chez les Crustacés décapodes le grain caudal apparaît de très bonne heure, et avant que le noyau ait commencé à se transformer en tête. Il n'en

est pas de même chez les Sélaciens, où il paraît tard, et alors que le noyau a déjà subi une partie des modifications qui le transformeront en tête.

Il y a donc ici une question de date relative qui peut avoir son importance pour la prédominance tantôt de l'un, tantôt de l'autre des deux éléments.

Chez les Locustides, le grain caudal apparaît aussi de très bonne heure, comme chez les Crustacés décapodes, et avant que le noyau ait commencé à se transformer en tête. Aussi le grain caudal l'emporte-t-il sur le noyau pour la constitution de la tête.

Il semble donc y avoir antagonisme ou suppléance entre la nucléine du noyau et la nucléine du protoplasme, dans le cas où le protoplasme a aussi sa nucléine.

Il conviendra de faire des recherches sur ce point intéressant, car il fournira l'explication de ce fait, qu'il y a des spermatogenèses avec nodule céphalique, et d'autres sans nodule céphalique; car ces deux processus s'observent dans le règne animal, et parfois même dans des groupes très rapprochés.

Par là, peuvent être modifiées les opinions de Schweiger-Seidel. sur l'origine et la signification morphologique des diverses parties des spermatozoïdes.

Pour Schweiger-Seidel[1], en effet, il y a dans le spermatozoïde, trois parties principales :

1° Une portion antérieure ou *tête* représentant le noyau.

2° Une portion *moyenne* (Mittelstück) dérivant du protoplasme.

3° Le *filament caudal* qui en dérive également.

4° Une partie *accessoire* ou coiffe (Kopfkappe) qui provient du protoplasme et qui peut manquer.

On peut considérer que cette interprétation des parties du spermatozoïde s'applique justement aux Sélaciens, sauf pour l'origine de la coiffe céphalique, qui est une erreur manifeste due à ce que la coiffe reste incolore comme le protoplasme, et insensible

[1] A. Sabatier; *loc. cit.*, pag. 324.

aux colorants nucléaires. Or, nous savons que cette indifférence aux colorants nucléaires est le résultat d'une altération d'une portion de la nucléïne du noyau.

Mais, abstraction faite de cette méprise, les Sélaciens rentrent bien dans le plan tracé aux spermatozoïdes par Schweiger-Seidel. Le segment moyen ou Mittelstück dérive bien chez eux du protoplasme.

Mais, s'il est vrai que le *grain caudal* est l'origine de la tête dans les spermatozoïdes des Crustacés décapodes, il est évident que cette *tête* appartient, au fond, au protoplasme et en particulier au segment moyen, ainsi que nous l'indiquent les Sélaciens. Il y a donc tantôt une tête *nucléaire* provenant du noyau (Sélacien) et tantôt une *tête* provenant de segment *moyen* (Crustacés décapodes et Locustides).

A propos de la spermatogenèse des Crustacés décapodes [1], je me suis demandé s'il n'y avait pas lieu de considérer le noyau des Crustacés décapodes, comme l'homologue du *micronucleus* ou noyau végétatif ou nutritif des Infusoires ciliés, et la *vésicule* ou noyau secondaire, comme l'homologue du *micronucleus* ou d'une *partie* du *micronucleus* de ces mêmes Infusoires.

S'il était démontré que le grain caudal des Sélaciens correspond à la vésicule des Crustacés décapodes, il y aurait dans ce fait une indication que le *grain caudal* proprement dit, c'est-à-dire le grain de nucléïne situé sur un confluent des filaments réticulés du protoplasme, ne représente pas *tout* le micronucleus des Infusoires ciliés, mais seulement une *partie* de ce micronucleus, l'autre partie se trouvant contenue dans le noyau proprement dit, attendu que la tête du spermatozoïde des Sélaciens est formée en réalité par une *partie* de la nucléïne du noyau, l'autre partie perdant sa constitution pour former le capuchon et le manchon céphaliques.

La nucléïne du noyau des Sélaciens serait donc formée de deux parts distinctes :

La nucléïne végétative, destinée à s'altérer, et la nucléïne reproductrice, destinée à former la tête du spermatozoïde.

Chez les Crustacés décapodes, chez les Locustides et chez tous

les animaux où apparaît à côté du noyau un nodule céphalique, la nucléïne du noyau serait aussi composée de deux parties ; mais le *grain caudal* serait, par suite de certaines conditions, capable d'absorber et de s'emparer de la nucléïne reproductrice du noyau, pour se transformer en vésicule céphalique ou nodule céphalique.

Le grain caudal des Sélaciens, des Décapodes et des Locustides ne serait donc pas le micronucleus des Infusoires ciliés, mais un organe *apte* à devenir ce micronucleus.

La portion restante du noyau qui ne serait pas entrée dans la constitution de la tête du spermatozoïde et serait appelée à s'altérer ou à disparaître représenterait exactement le micronucleus des Infusoires ciliés.

Les réflexions qui précédent sont moins des affirmations que des indications données en vue des recherches futures. Ce sont des vues qui ont besoin d'être appuyées sur des observations nombreuses, et de simples jalons dont les recherches ultérieures seront probablement appelées à modifier la situation et la disposition.

Mais, de toutes mes études sur la spermatogenèse, un fait général me paraît se dégager. C'est que, dans la transformation de la cellule mâle en spermatozoïde, il y a toujours un départ de la nucléïne en deux parties ; l'une qui s'accroît, devient plus dense, plus réfringente et plus apte à absorber les colorants nucléaires. Elle forme la tête du spermatozoïde. L'autre partie se vésiculise, perd sa réfringence et son affinité pour les colorants nucléaires, se ratatine et tend à disparaître. Elle forme le capuchon céphalique, et le manchon de la tête, quand ces parties existent.

7° Chez les Sélaciens, le segment moyen et le filament caudal, dont l'ensemble constitue la queue, sont formés aux dépens du cytoplasme et en représentent les restes. Le filament caudal chez les Sélaciens, comme chez les Locustides, résulte de la concentration, du feutrage et de l'effilement du réticulum ou réseau du cytoplasme.

Chez les Crustacés décapodes, au lieu d'un seul filament caudal, il se forme autour de la tête une couronne composée de trois ou

un plus grand nombre de filaments radiés. Ces derniers sont constitués aussi par le cytoplasme aminci et réduit, au sein duquel on distingue fort bien, chez le Homard surtout, des stries longitudinales et parallèles, qu'il est logique de comparer aux filaments parallèles observés dans le cytoplasme des Sélaciens, alors qu'il s'allonge pour former la queue du spermatozoïde.

Quant au segment moyen, il se réduit beaucoup soit chez les Sélaciens, soit chez les Locustides, et il constitue seulement, enfin, une gaine très mince et très claire entourant la partie basilaire du filament caudal.

Chez les Crustacés décapodes, le segment moyen se répartit sur la base de chacun des filaments radiés et se réduit aussi très fortement, si bien que chez beaucoup d'entre eux on n'en trouve plus de trace évidente.

Il résulte de là que les parties de la cellule mâle qui sont appelées à entrer dans la constitution essentielle du spermatozoïde, sont en réalité les éléments figurés et solides, soit du noyau (le cordon ou corps nucléinien), soit du cytoplasme (le réticulum et les grains chromophiles et peut-être nucléiniens qui lui appartiennent).

Les éléments liquides gélatineux ou amorphes disparaissent au contraire. Or les éléments figurés ou solides sont dans la cellule ceux qui se modifient le plus lentement et le plus difficilement, mais aussi par suite ceux qui conservent le plus fidèlement leurs caractères ; ce sont donc ceux qui sont le plus capables de fixer et de transmettre les caractères acquis et d'assurer l'hérédité.

Je termine là cette comparaison des processus fondamentaux de la spermatogenèse dans les deux types si différents que j'ai étudiés avec persévérance. Cette étude comparative ne me paraît pas avoir été sans résultats. Et elle fournit tout au moins des points de départ et des indications utiles pour des recherches futures sur la matière.

CHAPITRE VI

REVUE HISTORIQUE ET CRITIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Mon intention est de donner à cette partie de mon travail une extension assez grande. Je désire, en effet, exposer et discuter les travaux et les vues émises sur ce sujet avant la publication de mon mémoire.

Cette étude ne sera d'ailleurs pas le simple énoncé des faits observés ou des interprétations émises par d'autres auteurs; elle me fournira l'occasion d'aborder quelques questions générales, et d'exposer les solutions qui me paraissent le plus justifiées.

Je désire rendre justice à mes prédécesseurs pour les points de la spermatogenèse des Sélaciens qu'ils ont mis en lumière, et établir aussi avec impartialité quelles étaient les solutions proposées ou les lacunes existantes au moment où j'ai abordé la question. Par là, le lecteur pourra juger de l'étendue et de la valeur des progrès que la présente étude a fait faire à la connaissance de la spermatogenèse chez les Chondroptérygiens. Pour procéder avec méthode, et donner plus d'ordre et plus de clarté à l'exposé qui va suivre, je vais grouper cette revue historique et critique sous trois chefs :

1° La constitution et le mode de formation des ampoules testiculaires jusqu'à, inclusivement, la phase correspondant à la formation des tritospermatoblastes.

Cette phase comprend tous les processus relatifs à la formation des nids, à la multiplication et à la modification des cellules en tant que cellules remplissant l'ampoule avant la formation des spermatozoïdes ;

2° La formation des spermatozoïdes en tant que résultant de la succession de transformations qui conduisent des tritospermatoblastes aux spermatozoïdes parfaits ;

3° La formation et la signification des cellules dites basilaires et des corps problématiques ;

4° La dégénérescence et la destruction des ampoules.

Je serai très bref sur les résultats obtenus par les auteurs antérieurs à Semper.

C'est lui, en effet, à qui nous devons une étude du testicule des Sélaciens vraiment capable de servir de base solide à des recherches ultérieures. Le premier, il a donné la clé de la structure du testicule et de la formation des spermatozoïdes, car, le premier, il a signalé l'existence du pli progerminatif, et il a établi son rôle capital dans la production des éléments testiculaires.

Avant lui, Hallmann [1], Lallemand [2], Vogt et Pappenheim [3], Bruch [4], avaient abordé la question, mais n'y avaient apporté que des solutions bien insuffisantes et bien imparfaites. Aucun d'eux n'avait reconnu l'existence et le rôle du pli progerminatif ; et la plupart s'étaient singulièrement mépris sur la signification des divers éléments cellulaires qui constituent le testicule.

Je me bornerai à indiquer, en passant, quelques-uns des résultats de leurs études ; mais sans m'attarder à en faire une analyse méthodique, je vais m'attacher, dès l'abord, à l'examen des travaux plus récents de V. Lavalette, Saint-Georges et de Semper, renvoyant, pour une connaissance plus approfondie des auteurs précités, soit à leurs travaux originaux, soit à l'examen critique qu'en a fait Semper lui-même.

[1] Hallmann ; *Ueber den Bau des Hodens, und die Entwickelung der Samenthiere der Rochen.* (Müller's Archiv. 1840).

[2] Lallemand ; *Observations sur le développement de la raie* Annal. des Sc. natur. 3e série, tom. XV, 1181.

[3] Vogt et Pappenheim ; *Recherches sur l'anatomie comparée des organes de la génération chez les animaux vert brés.* (Annales des Sc. natur., 4e série, Tom. XII, 1859).

[4] Bruch ; *Etude sur l'appareil de la génération chez les Sélaciens.* (Thèses de Strasbourg, 1860).

I. — Origine, constitution et mode de formation des ampoules testiculaires.

Semper[1] a, le premier, attiré l'attention sur le pli progerminatif, qu'il a appelé *Vorkeimfalte* ; il a indiqué que ce pli était un reste, un témoin du pli génital de l'embryon ; et il a insisté sur sa très grande importance comme lieu de production et source des nouvelles ampoules séminifères.

Outre le pli progerminatif, il a distingué, dans le testicule des Sélaciens, trois zones assez nettement distinctes.

1° La zone externe ou des ampoules déjà vidées ;

2° La zone moyenne ou centrale, ou des ampoules en complet développement ;

3° La zone interne en contact avec le pli progerminatif, et composée des ampoules très jeunes, et destinées à la prochaine période de rut.

Sur les coupes transversales des testicules, on aperçoit à la base du testicule, du côté du mésorchion, les canaux du réseau testiculaire d'où s'échappent les canaux déférents. Le pli progerminatif se trouve sur le côté opposé. Autour du testicule se trouve une *tunica propria* plus ou moins épaisse.

Les ampoules les plus âgées sont toujours au voisinage de la base du testicule et de l'extrémité antérieure du testicule ; les plus jeunes sont exclusivement au voisinage du pli progerminatif, et vers l'extrémité postérieure du testicule. Le testicule se développe, en effet, de bas en haut et d'arrière en avant.

Ce sont là des données parfaitement exactes et dont la connaissance est due à Semper.

Semper a établi que les ampoules *aplaties* de la base du testi-

[1] Semper (Carl.); *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen und seine Bedeutung für das übrigen Wirbelthiere* (*Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg.* Tom. II, 3 et 4 Hefte, 1875).

cule sont des ampoules vidées qui entrent en voie de dégénérescence, ce qui est encore parfaitement exact.

Semper n'a pas reconnu la *première origine* des ampoules, aux dépens des noyaux du *stroma conjonctif* qui forme le pli *progerminatif*. Il semble considérer ce stroma comme uniquement destiné à devenir la charpente du pli renfermant des ovules primitifs.

De l'origine même de ces ovules, il parlera plus tard ; mais dès l'abord il commence leur histoire et leur description à partir seulement du moment où il y a déjà de jeunes ampoules pleines, ne renfermant encore que quelques noyaux.

Dans les ampoules les plus jeunes qu'il ait observées, Semper a distingué *deux* sortes de cellules : 1° une grande cellule avec noyau granuleux rond et située sur l'un des côtés de l'ampoule primitive ; c'est la *cellule centrale* ou *ovule primitif*.

L'autre côté de l'ampoule est occupé par des cellules plus petites et, dit-il, difficiles à délimiter, avec un noyau de forme *allongée*, irrégulière, et se colorant très fortement, sans granulations évidentes.

Il appelle encore les premières cellules ou grandes cellules, *cellules granuleuses*. Ce sont nos protospermatoblastes. Il n'y en a d'abord qu'une, c'est la cellule centrale. Au stade prochain, il y en a 3 ou 4. En même temps, les cellules *allongées* se sont multipliées, pénètrent par places entre les cellules granuleuses jusqu'à la paroi de l'ampoule et prennent une forme *épithéliale*.

En même temps aussi, commence à se produire une cavité dans l'intérieur du follicule. Semper en attribue la formation à une dilatation de l'ampoule qu'il n'explique pas et qui a elle-même besoin d'être expliquée. Nous l'avons attribuée à une sécrétion des cellules de l'ampoule.

Semper ajoute que, sur ces entrefaites, *semble* aussi se *résorber* une cellule *placée au centre*.

Il avoue cependant qu'en général il n'y a là qu'un corps muqueux étoilé, qui ne se colore pas dans l'hématoxyline, mais un peu mieux dans le carmin. Je cite cette vue de Semper, car

nous la verrons reprise par d'autres que lui, et servant de base à des vues spéciales sur la spermatogenèse.

On a vu d'ailleurs que je n'ai rien observé de semblable dans les recherches dernières qui ont été le point de départ de ce travail. Il n'y a pas de noyau résorbé ; mais seulement parfois quelques tractus muqueux plus ou moins marqués ou indécis, et se désagrégeant progressivement.

Dans la phase suivante, les ampoules présentent une disposition nette des cellules en deux couches, à l'*extérieur*, les cellules à petits noyaux allongés et à forme épithéliale, à *l'intérieur* et autour de la lumière les *grosses cellules* granuleuses qui la limitent.

Je dois affirmer ici qu'il y a eu de la part de Semper une observation mal faite ou mal interprétée. Ce sont les *grosses cellules* granuleuses qui sont *externes* et au voisinage de la paroi ; les petites sont *internes*, quelques-unes pouvant être situées, et étant situées entre les grandes cellules granuleuses. Aucun des auteurs qui se sont occupés de la question n'a donné des dessins conformes à ceux de Semper (Pl. XVII. fig. 9, 10, de son mémoire).

Semper a commis là une confusion complète en prenant les petites cellules allongées internes comme étant identiques aux noyaux des cellules granuleuses.

Cette erreur l'a d'ailleurs mis dans un embarras inextricable. « Le passage, dit-il, aux ampoules immédiatement plus grandes ne m'a pas paru clair. A ce stade, on ne retrouve plus les *grandes cellules granuleuses* centrales ; et à leur place se trouvent de petites cellules coniques avec des noyaux allongés, *granuleux* et parfois tronqués : A ceux-ci font suite vers l'extérieur de 2 à 3 noyaux ronds en séries radiales et qui se colorent très vivement. Les petits noyaux de la couche extérieure avaient disparu, et vraisemblablement s'étaient transformés en les noyaux ronds de la série extérieure ».

Pour nous, nous l'avons vu, ces difficultés n'existent pas. La couche des grandes cellules granuleuses est externe dès le début et reste telle. Ce sont les petites cellules internes qui donneront

naissance à de nouvelles couches de grandes cellules granuleuses.

Les ampoules plus grosses montrent des couches circulaires régulières comprenant 2, 3 et même 4 cellules granuleuses en séries radiales, et vers la lumière centrale une zone unique de petites cellules coniques avec noyau granuleux et pâle. Chacune de ces séries de noyaux ronds et coniques est enveloppée d'une substance granuleuse qui est plus ou moins nettement séparée des cônes voisins (notre protoplasme commun et caduc), quoiqu'une *membrane limitante* n'ait pas été observée. •

Semper considère comme *vraisemblable* que les cellules granuleuses (nos protospermatoblastes) avec leurs grands noyaux arrondis proviennent d'une transformation des cellules à *petits noyaux*.

Nous savons que ce fait, seulement *vraisemblable* pour Semper, est un fait certain, dont nous avons observé toutes les phases : en y comprenant même la phase ultime de l'acquisition d'un protoplasme propre qui fait de ces noyaux des cellules parfaites.

Toutefois les vues de Semper à cet égard sont loin d'être bien *claires* et nettes, car, à propos de *Scyllium canicula* (pag. 271, et Pl. XVII, fig. 28), il considère la cavité de l'ampoule comme délimitée par 16 à 18 cellules formant un épithélium conique, qui proviendraient des cellules *granuleuses* de l'ampoule primitive. Or, nous savons que les cellules granuleuses de l'ampoule primitive (ou protospermatoblastes) proviennent au contraire des cellules coniques ou *aplaties* qui semblent former une couche épithéliale interne.

Toutes ces confusions proviennent, chez Semper, de ce qu'il a attaché trop d'importance à l'aspect granuleux des noyaux. Cet aspect varie et se modifie suivant la phase de l'amitose par pulvérisation des noyaux allongés, et suivant les phases de la mitose des cellules granuleuses.

Ces variations lui ont fait croire à des cellules d'espèces différentes, et lui ont fait intervertir les diagnoses. Aussi désigne-t-il les noyaux ronds externes tantôt comme noyaux homogènes et

tantôt comme noyaux granuleux, et les noyaux allongés de la couche interne tantôt comme noyaux très colorables, tantôt comme noyaux granuleux. Il y a là une source continue de confusions qui désorientent parfois le lecteur.

Sans multiplier les exemples de ces confusions sur la valeur et les relations des noyaux de diverses formes, je me borne à dire que Semper est loin d'avoir vu bien clair dans la genèse des colonnes de spermatoblastes ; et qu'il a laissé subsister bien des obscurités sur ce point.

Semper a bien vu les séries radiées de noyaux ronds dans les ampoules atteindre le nombre de 6 à 7 noyaux ; mais pour lui les noyaux ovales internes granuleux subsistent toujours. Pour lui aussi, les noyaux ronds (mes protospermatoblastes) proviennent des noyaux ovales internes (mes noyaux-germes) par le *bourgeonnement* et la séparation des extrémités externes des noyaux *ovales*.

Ce n'est là qu'une approximation de la vérité. Nous savons, en effet, que les noyaux des protospermatoblastes sont le résultat de la division amitotique et par clivage des noyaux-germes internes. Ce qui a induit Semper en erreur, c'est le fait que le noyau-fille externe se transforme en noyau de spermatoblaste avant l'interne.

D'après Semper encore, les noyaux ronds ne pourraient être formés *autrement* (que par bourgeonnement des noyaux ovales), puisque pour lui le stade de division des noyaux ronds *n'a jamais lieu*. C'est là une erreur manifeste. Nous avons vu que non seulement les noyaux ovales (noyaux-germes) se divisaient par amitose jusqu'à ce que les colonnes radiées fussent complètes ; mais nous avons vu également que *parfois* les noyaux ronds devenus précocement cellules complètes (protospermatoblastes) subissaient une vraie division par *mitose*.

Semper étend l'effet de son erreur à cet égard jusqu'au processus de formation des deuto et des tritospermatoblastes. Il n'a pas vu en effet les deux mitoses successives auxquelles sont dues ces deux générations cellulaires ; et il pense que la multiplication de ces cellules est due à la continuation du processus de bourgeonnement

des noyaux granuleux internes. Comment n'a-t-il pas remarqué que ces noyaux granuleux internes avaient ***complètement disparu comme tels***, dès la fin de la formation des grandes cellules rondes (protospermatoblastes) ? Il ne les fait disparaitre que quand la multiplication cellulaire est en effet terminée et que la colonne conique, ou cellule enveloppante, renferme de 50 à 60 noyaux ronds et pressés. Mais sur cette disparition même ses idées sont erronées. Il pense, en effet, que ce noyau granuleux interne s'est épuisé par le bourgeonnement et s'est dissous, pour ne laisser parfois qu'un petit prolongement conique homogène de grandeur variable, au sommet de la cellule enveloppante ou colonne. Il n'a donc pas vu que le dernier noyau ovale granuleux ou noyau-germe se transformait à son tour en noyau de protospermatoblaste, et que le petit prolongement conique, d'ailleurs très inconstant et très irrégulier, n'est qu'une saillie du protoplasme caduc de la pyramide tronquée. Quant à la constitution des spermatoblastes ou cellules complètes par l'acquisition d'une zone protoplasmique, Semper pense que ***dès le début*** les noyaux ronds sont entourés ***en tout cas*** d'une mince couche de protoplasme qui ***se délimite*** nettement des couches semblables qui appartiennent aux noyaux voisins, sans qu'il y ait réellement formation de membrane propre. Il n'a ni observé la genèse de cette couche de protoplasme, ni ne l'a distinguée du protoplasme caduc.

Semper ne s'est occupé de la question de l'origine des ovules primitifs et de la formation première des ampoules testiculaires, que dans le chapitre où il traite la question de l'origine du pli germinatif dans l'embryon et de l'origine et la transformation de la glande génitale mâle (pag. 362) par des modifications des éléments du pli génital embryonnaire encore indifférent.

Pour Semper, le pli génital, qui doit devenir le testicule par suite de transformations successives, est formé de deux parties distinctes ; le stroma, sorte de tissu conjonctif indifférent à nombreux noyaux, et l'épithélium germinatif, formé d'une couche unique de cellules épithéliales plus ou moins cylindriques ou aplaties recouvrant toute la surface du pli génital.

Le stroma n'est qu'une sorte de squelette ou tissu de soutien, qui ne prend ***aucune part directe*** à la formation des éléments reproducteurs. L'épithélium seul est le siège de la formation réelle des ovules primitifs, c'est-à-dire des cellules qui sont appelées à fournir les spermatozoïdes à la suite d'une série de transformations successives.

Dans l'épithélium germinatif, d'abord quelques cellules isolées grossissent. D'autres cellules voisines grossissent également, et ce processus envahit peu à peu une zone qui comprend surtout la face latérale externe du pli génital, et enfin la partie ventrale ou marginale du pli. Ces cellules, devenues sphériques et volumineuses, sont les ovules primitifs (*Ureier*).

Ces grosses cellules ***paraissent*** se multiplier, (Semper n'en a pas acquis la certitude), et il croit que cette multiplication se fait avec figures étoilées et mitose.

Par là se constituent des groupes d'ovules primitifs ou nids d'ovules primitifs (*Ureiernester*), composant ainsi une couche épaissie de l'épithélium germinatif. Après, ces *Ureiernester* ou nids d'ovules primitifs s'invaginent ou immigrent dans le sein même du stroma qui les enveloppe bientôt de toute part. Ils forment par là des cordons ou chaines plus ou moins ramifiés qui sont les cordons ou chapelets progerminatifs de Semper (*Vorkeimschläuche*). Mais toutefois l'invagination peut se produire avant la formation des nids ; elle a lieu tantôt plus tôt, tantôt plus tard, suivant les espèces. Ainsi chez *Acanthias*, l'invagination se fait quand les nids d'ovules sont déjà formés, chez *Mustelus* elle a lieu avant.

Dans ces cordons se trouvent les grandes cellules rondes ou ovules primitifs et des cellules à petits noyaux allongés qui sont des cellules épithéliales ayant conservé leur caractère épithélial. Ces deux éléments ont donc une même origine.

Ces cordons progerminatifs se creusent par ***résorption*** de cellules centrales, de cavités qui les transforment en ***tubes germinatifs*** (*Keimschläuche*).

Les ovules primitifs situés sur l'étendue du cordon ou du tube et les nids d'ovules primitifs grossissent par multiplication des

cellules, et forment ainsi des masses arrondies massives qui seront les futures ampoules testiculaires. Ces ampoules sont constituées, comme les follicules ovulaires de l'ovaire femelle, par une cellule centrale entourée d'une enveloppe de cellules germinatives disposées en épithélium. La cavité de l'ampoule résulte de la disparition, de la destruction par *résorption* de cette cellule centrale.

L'ampoule primitive est alors formée, et il ne lui reste plus qu'à se développer et à croître ainsi que l'a exposé déjà Semper.

Les remarques et les critiques que m'inspirent les résultats de mes recherches sur les vues de Semper relatives à l'origine des ovules primitifs et des ampoules primitives peuvent se ranger sous plusieurs chefs.

Semper a vu la formation des nids d'ovules primitifs par la division et la multiplication des ovules primitifs; mais il s'est mépris quand il a établi entre l'épithélium primitif et le stroma une distinction radicale relativement à l'origine des ovules primitifs. Il a cru que ces derniers naissaient toujours de l'épithélium et pénétraient ensuite par invagination dans le stroma.

En vérité il n'y a aucune différence radicale entre l'épithélium et le stroma, le premier n'étant que la couche limitante du second, couche qui, en raison même de sa situation, a pris une forme un peu différente de la forme plus irrégulière des cellules du stroma. Cela est si vrai que Semper représente lui-même (Pl. XXI, fig. 22) un pli germinatif testiculaire de *Mustelus vulgaris*, où n'existe aucune distinction entre l'épithélium et le stroma sur le bord ventral même du pli (*ventrale Kante, wo Ureier legen, das Epithel aber vom Stroma, nicht zu unterscheiden ist*)

Cette distinction radicale établie par Semper, et qui attribue à l'épithélium la formation exclusive des ovules, l'a conduit à penser que ces ovules s'invaginaient, immigraient ensuite dans le stroma. C'était là pour lui le seul moyen de comprendre les cas si nombreux où l'on trouve enfouis à la fois dans le stroma des ovules primitifs, des nids d'ovules primitifs et des cordons ou chaines d'ovules.

Mais cette immigration est loin de se présenter comme solide-

ment démontrée. Elle aurait lieu à des phases différentes de l'organisation ovulaire ; de plus, elle est parfois inexplicable et notamment dans la fig. 22, Pl. XXI, déjà citée: car le stroma renferme dans son centre un grand nombre d'ovules, alors que l'épithélium n'est pas même différencié du stroma. Les cas où l'invagination paraît douteuse ou difficilement explicable sont d'ailleurs si nombreux que Semper lui-même a des moments de doute sérieux et cherche des explications bien peu satisfaisantes.

La vérité est que les éléments de l'épithélium et ceux du stroma qui le supporte, ont au fond la même nature, et ont les uns et les autres une virtualité blastodermique qui les rend capables de devenir des germes. C'est par l'épithélium que commence la transformation des éléments *en ovules* primitifs ; mais il en naît également dans le stroma ; et même dans la vie adulte la distinction entre l'épithélium et le stroma s'efface, et le pli progerminatif n'est en réalité qu'une bande plus ou moins considérable de stroma conjonctif embryonnaire.

Par là s'explique naturellement et facilement la présence dans le stroma d'ovules primitifs, de nids et de cordons ovulaires à tous les degrés de développement.

Les ovules primitifs, les nids d'ovules primitifs ou germes, les cordons germinatifs, n'immigrent pas en réalité ; ils grossissent, et, comme au devant et autour d'eux se forment dans le pli progerminatif de nouveaux ovules, de nouveaux nids et de nouveaux cordons, ils sont repoussés par ces derniers vers la base du testicule.

Le tissu primitif germinatif des Sélaciens est donc un tissu conjonctif blastodermique, qui persiste pendant toute la vie dans son état blastodermique primitif ou originel sans transformation et qui est une source pour ainsi dire intarissable d'éléments reproducteurs par un processus purement embryonnaire. Chez les Squales, ce tissu germinatif primaire se conserve sous forme d'un pli massif et compacte qui est localisé sur une bande longitudinale occupant le bord inférieur du testicule.

Mais ce tissu ou stroma conjonctif à forme purement blasto-

dermique, c'est-à-dire constitué par des cellules juxtaposées, ayant conservé sans modifications leur caractère et leur forme blastodermiques, est susceptible de donner naissance aux éléments testiculaires proprement dits, c'est-à-dire aux *ampoules*, par des processus exclusivement et proprement blastodermiques, c'est-à-dire par l'association, la multiplication et la transformation des cellules blastodermiques pour constituer des groupements organiques permanents, c'est-à-dire typiques et caractéristiques d'un organe tels que le sont les ampoules testiculaires.

Mais, à côté de ce stroma blastodermique réuni en une bande longitudinale, le testicule des Sélaciens possède une source d'éléments reproducteurs qui diffère de cette première, par la forme et par la situation, mais non par l'origine. Cette source réside dans les parois conjonctives des ampoules.

Les éléments cellulaires de la membrane de l'ampoule ont la faculté potentielle de fournir de nouvelles générations de cellules séminifères, mais par un processus autre que celui de la formation des ampoules. Les cellules de la membrane testiculaire sont des éléments restés embryonnaires par certains de leurs caractères, et surtout par leur virtualité. Ce ne sont plus des éléments blastodermiques primitifs, ce sont des éléments blastodermiques de seconde main, ou si l'on veut, des éléments devenus embryonnaires, c'est-à-dire ayant déjà subi des transformations qui en font des éléments d'un tissu différencié, la membrane de l'ampoule ou membrane testiculaire. Or, de même que ces éléments de la membrane sont des éléments embryonnaires ou blastodermiques de seconde main, de même le processus de formation des éléments séminifères qui les concerne n'est plus un processus blastodermique proprement dit, c'est-à-dire destiné à constituer un groupement organique hétérogène ou hétéroplastique déterminé et permanent, comme le sont les ampoules. Ce processus consiste simplement dans la formation de groupes de cellules semblables, ou homoplastiques, groupes rapidement modifiables et transitoires, c'est-à-dire les colonnes de spermatoblastes qui ont tous une égale valeur, et qui pourraient être *tous* appelés à devenir des spermatozoïdes.

Nous avons vu que, chez les Sélaciens, ces éléments n'atteignaient pas leur fin virtuelle, parce que le développement des ampoules nouvelles comprime les ampoules anciennes et en amène la dégénérescence et l'atrophie. Mais nous avons vu aussi que les prétendues cellules recouvrantes et les corps problématiques représentaient les premières phases de ce processus interrompu de spermatogenèse. Il y a donc, chez les Sélaciens, antagonisme entre la partie blastodermique (pli progerminatif) et la partie embryonnaire (membrane conjonctive de l'ampoule) du testicule; et c'est à la persistance du rôle de la première que sont dus l'arrêt et l'avortement de la seconde.

Ce qui caractérise proprement le testicule des Sélaciens, c'est la coexistence chez l'adulte de ces deux sources et de ces deux processus de spermatogenèse; si bien qu'on peut dire que, chez le Sélacien, l'état adulte parfait n'est jamais atteint en réalité, et qu'il subsiste toujours en lui, à côté des caractères et des facultés croissantes de l'adulte, une part décroissante mais réelle des caractères et des facultés du blastoderme et de l'embryon.

Chez les Vertébrés, autres que les Sélaciens, la part purement blastodermique du testicule ou pli progerminatif a joué, pendant une certaine période de la vie embryonnaire, un rôle exactement semblable à celui qu'il joue pendant toute la vie chez les Sélaciens. Mais à un moment donné, la partie blastodermique s'épuise, et il ne reste plus que la partie embryonnaire, c'est-à-dire celle qui constitue la membrane des culs-de-sac sécréteurs du testicule. Aussi cette dernière, libre dans son développement, n'ayant pas à redouter la concurrence du tissu blastodermique, ni à subir la compression atrophiante des jeunes culs-de-sac incessamment produits dans le pli progerminatif, aussi, dis-je, la membrane des culs-de-sac testiculaires fournit-elle plusieurs générations successives de cellules séminifères et de spermatozoïdes, tandis que la membrane ampullaire des Sélaciens ne fournit qu'une génération parfaite, et les débuts bientôt avortés d'une seconde génération.

Voilà quelles sont les relations exactes et réelles entre les Sélaciens et les autres Vertébrés, quant aux éléments des testicules. Les homologies en ressortent clairement.

Les processus testiculaires des Sélaciens adultes sont donc à la fois blastodermiques et embryonnaires. Ceux des autres Vertébrés, blastodermiques au début de la vie, deviennent plus tard exclusivement embryonnaires.

Chez les Invertébrés les processus testiculaires sont (parfois du moins) comparables à ceux des Vertébrés. Chez les Crustacés décapodes notamment, il y a, comme chez ces derniers, succession du processus blastodermique, qui est de courte durée, et du processus embryonnaire, qui lui fait suite et qui persiste.

Chez les Crustacés décapodes adultes, les germes de remplacement sont le résultat de la prolifération amitotique des éléments cellulaires de la membrane du tube ou cul-de-sac testiculaire.

Toutefois, il est possible que, chez quelques Insectes, les deux processus testiculaires puissent coexister pendant une période assez prolongée de l'existence. Les filaments conjonctifs à noyaux allongés qui surmontent et terminent les tubes testiculaires représentent, en effet, l'élément et le processus blastodermiques, tandis que les éléments cellulaires de la membrane du tube et des poches testiculaires représentent l'élément embryonnaire. Combien de temps persiste cette co-existence ? C'est ce qu'il sera possible de déterminer par des observations subséquentes.

Une autre erreur qu'il convient de relever dans les vues de Semper, consiste en ceci que, pour lui, la lumière de l'ampoule primitive résulte ***toujours*** de la ***résorption*** d'une cellule centrale entourée d'une couche de cellules à forme d'épithélium destinées à grossir et à devenir des ovules mâles semblables à la cellule centrale. (***Es ist überall der gleiche Vorgang***).

Semper a très certainement pris pour cette cellule centrale destinée à disparaître, un noyau-germe de la jeune ampoule ayant pris une forme arrondie, et entouré de noyaux-germes restés encore petits et allongés. J'ai déjà donné l'explication de ces appa-

rences trompeuses, quand j'ai exposé le processus de formation des jeunes ampoules.

La fig. 20, pl. XXI de son Mémoire ne me laisse aucun doute à cet égard; et la cellule centrale volumineuse, qu'il considère comme un *cas pathologique* qui lui paraît constituer une preuve éclatante en faveur de son opinion, n'est en réalité qu'un cas très *normal* d'une jeune ampoule dans laquelle un premier noyau-germe ayant grossi pour se transformer en protospermatoblaste a refoulé et rangé autour de lui les noyaux-germes qui n'ont pas encore subi la même transformation. La lumière n'est pas encore formée. Mais elle prendra naissance dans l'ampoule, par voie de sécrétion ainsi que je l'ai indiqué; et les apparences ou figures étoilées qui pourront apparaître dans la lumière ne seront que des filaments muqueux fixés au sein du liquide sécrété. La lumière des canalicules séminifères n'a pas une autre cause, et il est juste de dire que c'est par voie de sécrétion muqueuse et non de résorption cellulaire que se produisent toujours les cavités testiculaires. C'est réellement dans ce sens que l'on peut dire avec Semper que le processus est le même partout.

Je borne là mes réflexions sur les idées de Semper. Je ne dois pas le faire sans rendre justice à ce Zoologiste, qui a réellement mis en évidence quelques-uns des processus successifs les plus importants qui président à la formation des ovules primitifs et des ampoules. Mais, toutefois, il a laissé sur bien des points subsister des lacunes, des obscurités ou des erreurs, qui contribuent à donner à son exposition sur ce point une certaine incohérence, et des contradictions qui ne donnent point à l'esprit toute satisfaction. Les vues de Semper, qui renferment une bonne part de la vérité, manquent cependant à quelques égards, de clarté et de logique, pour quiconque veut les presser et les coordonner avec rigueur.

La Valette Saint-George[1] a publié, en 1878, une très courte dissertation sur l'évolution des spermatosomes chez les Plagiostomes. Ses observations ont porté sur *Galeus canis* et *Raja clavata*.

[1] De La Valette Saint-George ; *Inest. Dissertatio de spermatosomatum evolutione in Plagiostomis*. (Bonnæ, die III mensis augusti anni MDCCCLXXVIII).

Chez *Galeus*, les ampoules les plus petites avaient environ $0^{mm},026$.

Il remarque que *l'enveloppe de l'ampoule* est formée par une membrane conjonctive pourvue de *nombreux noyaux* (*Velamentum externum, quod ampullas earumque pediculos involvit ex membrana coniunctiva multos nucleos continenti constat*). Cette membrane est tapissée à l'intérieur par une couche simple et régulière de cellules qu'il nomme *spermatogonies*. Chacune renferme un seul noyau granuleux.

Entre ces cellules sont situés d'autres noyaux, allongés, plus petits, appartenant à des cellules non distinctement délimitées, qu'il considère comme ayant pour fonction exclusive d'envelopper à la manière d'un *follicule* les spermatogonies et les cellules qui en naissent, et de former par leur concrescence la *membrane des follicules*. Ce sont ses *noyaux folliculaires*. Il a aperçu au sein de ces mêmes ampoules une lumière *étroite*.

Le premier changement qu'il ait pu observer a consisté dans le dédoublement des spermatogonies. Les cellules qui en proviennent, identiques entre elles, sont disposées en double série. Le dédoublement se répète en allant de la périphérie au centre.

En même temps, les noyaux folliculaires s'accroissent et sont accumulés vers la circonférence de la lumière du follicule.

De la division des spermatogonies résulte une colonne de cellules, ou *spermatogemme*, qui est plus ou moins longue suivant qu'elle comprend plus ou moins de cellules.

La lumière de l'ampoule conserve ses limites distinctes. Les spermatogemmes, qui par leur base plus large reposent sur la membrane externe, sont entièrement circonscrites à leur sommet par la membrane des follicules, qui est reconnaissable par des noyaux particuliers.

Les mêmes ampoules paraissent *manquer de membrane propre*.

Avec l'évolution progressive des spermatogemmes, les noyaux des follicules deviennent *plus rares*, et *disparaissent* peu à peu.

Il appelle *spermatocytes* les cellules qui proviennent de la division des spermatogonies.

Le lecteur se rendra facilement compte des vérités et des erreurs contenues dans cette description.

Et d'abord, de La Valette Saint-George n'est pas remonté à l'origine première des petites ampoules, et n'a pas connu leur provenance des noyaux du stroma embryonnaire du pli progerminatif, par voie de multiplication amitotique et de formation des nids de germes. Il a pris pour point de départ les jeunes ampoules déjà formées.

Semper avait distingué dans les cellules de l'ampoule deux formes distinctes, les cellules granuleuses grosses et arrondies (spermatoblastes), et les cellules petites et ovalaires (épithéliales), mais sans parvenir à découvrir les *vraies relations* de ces deux ordres de cellules,relations qui consistent en ceci,que les spermatoblastes ne sont que la transformation et le perfectionnement des petites cellules ; il avait reconnu un lien génétique entre elles, puisqu'il considère les spermatoblastes comme le fruit du bourgeonnement des petites cellules, qui s'épuisent dans ce travail et finissent par se détruire. Lavalette Saint-George a été plus loin que Semper et s'est éloigné bien plus que lui de la vérité, puisqu'il a établi entre les grandes cellules, qu'il appelle spermatogonies (ovules mâles, spermatoblastes de Semper), et les petites cellules, ou cellules du follicule, une distinction *radicale* et absolue. Les spermatogonies doivent donner par leurs divisions successives les spermatocytes, qui ne proviennent jamais des *cellules du follicule*. Ces dernières sont uniquement destinées à rester *cellules du follicule*, à fabriquer la membrane du follicule et à disparaître enfin complètement.

C'est là une erreur complète ; car les spermatoblastes (spermatocytes de La Valette Saint-George) proviennent des petites cellules allongées ; et si celles-ci disparaissent en définitive, c'est qu'elles se transforment *toutes, sans exception*, en spermatoblastes ; nous avons vu comment et par quel processus. Mes observations ne me permettent aucun doute à cet égard.

Il est bon de signaler que La Valette Saint-George a reconnu la formation précoce de la lumière de l'ampoule ; il ne croit pas,

avec raison, qu'elle résulte de la destruction d'une cellule-mère centrale, que Semper a cru voir dans quelques cas. Comme La Valette Saint-George, je n'ai jamais rien vu de semblable. De La Valette Saint-George attribue l'origine de la lumière de l'ampoule à la division des spermatogonies, qui sont circonscrites par la membrane formée des cellules des follicules.

La Valette a cru que les ampoules n'avaient pas de membrane propre. Il a eu raison, en ce sens que, comme je l'ai établi, ce que l'on appelle membrane propre n'est que la partie plus feutrée et plus laminée du stroma conjonctif testiculaire qui renferme des noyaux de ce stroma. La Valette Saint-George a parfaitement vu et signalé ces noyaux, qu'il appelle noyaux de l'enveloppe de l'ampoule. (*Ampullarum velamenti nucleus*). Je me borne à rappeler au lecteur que ce sont ces noyaux dont j'ai démontré le rôle dans la formation des cellules basilaires.

Balbiani a publié en 1879 [1] ses Leçons sur la génération des Vertébrés, faites au Collége de France (semestre d'hiver 1877-1878). Ses idées s'éloignent en bien des points de celles de Semper, et se rapprochent de celles de L. V. Saint-George.

Pour lui, les plus jeunes ampoules testiculaires d'un Sélacien sont constituées comme de jeunes follicules ovariens, c'est-à-dire d'un ovule entouré de cellules épithéliales. L'ampoule contient donc toujours un élément femelle, l'ovule central, et des éléments mâles, représentés par l'épithélium périphérique.

On voit donc que Balbiani établit comme L. V. Saint-George une distinction radicale, et une séparation complète entre ces deux formes de cellules, que Semper avait d'ailleurs tantôt distinguées et tantôt confondues.

J'espère avoir démontré que ces deux formes de cellules ne représentent que deux phases successives de développement des éléments cellulaires de l'ampoule, les noyaux ronds et clairs ou noyaux de protospermatoblastes (ovule femelle de Balbiani) prove-

[1] G. Balbiani; Leçons sur la génération des vertébrés. 1879.

nant des modifications des noyaux-germes qui lui sont contigus, (éléments épithéliaux ou mâles de Balbiani).

Comme phase suivante, Balbiani a vu l'ovule central émettant, par différents points de sa surface, des bourgeons ou cellules-filles, qui, d'abord rondes, s'allongent ensuite vers la périphérie de l'ampoule et deviennent claviformes, l'extrémité la plus étroite restant en rapport avec la cellule-mère, qui est l'ovule central. Chacun de ces bourgeons ovulaires se met en contact, par son sommet, avec la cellule épithéliale placée vis-à-vis de lui et paraît s'y *souder* intimement. D'autres bourgeons se forment successivement à la surface de la cellule centrale; de là une nouvelle génération de cellules-filles disposées en rayonnant autour d'elle.

Pendant ce temps, les cellules épithéliales périphériques se sont multipliées par division, et à mesure que de nouvelles cellules ovulaires sont produites par bourgeonnement de la cellule centrale ou ovule central, chacune de celles-ci s'allonge et vient se fixer sur la cellule épithéliale qui lui fait face. Il en résulte que la cavité de l'ampoule se remplit d'un système rayonnant de cellules-filles *partant du centre* (c'est-à-dire de la cellule-mère), vers la *périphérie* c'est-à-dire vers les cellules épithéliales.

Chaque cellule ovulaire, avec la cellule épithéliale à laquelle elle s'est unie, représente un groupe ou couple formé de deux éléments conjugués; et Balbiani considère qu'il y a là une vraie fécondation de l'élément périphérique ou mâle, par l'élément central ou ovule femelle, car, dès ce moment, dit-il, l'élément périphérique devient le siège d'une abondante prolifération. Cette prolifération consiste en un bourgeonnement qui fournit vers le centre de l'ampoule une sorte de stolon protoplasmique qui produit sur toute sa surface de petites cellules rattachées au stolon par un pédoncule. Cet amas de jeunes cellules représente les spermatoblastes de Semper, mais ayant, d'après Balbiani, une toute autre origine que celle que leur attribue Semper.

La cellule centrale de l'ampoule, ou ovule femelle, disparaît plus tard peu à peu; d'abord le noyau et le nucléole, puis les bourgeons cellulaires qui s'étaient portés vers les cellules épithéliales et

s'étaient conjugués avec elles. Mais les noyaux de ces bourgeons ***persistent*** en subissant un phénomène de régression graisseuse. Nous les retrouverons plus tard, à propos des ***corps problématiques***.

E. Balbiani conclut de là que le spermatozoïde provient de la conjugaison de deux éléments, un élément mâle et un élément femelle, et il considère ce fait comme étant probablement général dans la spermatogenèse.

Les vues de Balbiani introduisent dans la spermatogenèse des Sélaciens une complication qui est loin d'être conforme à la réalité et à la nature. L'observation n'est pas venue en effet les confirmer. Semper avait parlé, mais fort timidement et comme d'un fait qui ne paraissait pas général, d'une cellule-mère centrale; mais il ne lui avait certes pas attribué le rôle si spécial et si important que lui reconnaît Balbiani.

Ce que Balbiani considère comme l'ovule femelle mère n'est en réalité que celui des noyaux-germes qui s'est transformé le premier en noyau de protospermatoblaste. Mais il est loin de rester unique. Nous savons que d'autres ayant la même origine viendront se placer à côté de lui. Les cellules épithéliales mâles de Balbiani ne sont précisément que ces premiers noyaux-germes qui se transformeront *tous* en noyaux de protospermatoblastes. Il n'y a jamais de disparition ou de résorption de cellule-mère. J'ai déjà dit ce que représentaient ces apparences.

Le premier noyau de protospermatoblaste, pas plus que ses congénères ne bourgeonnent jamais par la surface. Il est appelé à se diviser mitotiquement. Les prétendus bourgeons de Balbiani ne sont que les noyaux-germes, maintenus vers l'intérieur de l'ampoule et autour de la cavité centrale par la formation de nouveaux spermatoblastes aux dépens des noyaux-germes périphériques.

Balbiani a fait naître les protospermatoblastes de ces cellules épithéliales (noyaux-germes). Cette proposition est vraie dans son énoncé général. Mais Balbiani méconnaît le rôle et la nature des prétendus bourgeons; car ce sont ces noyaux-germes qui deviennent les protospermatoblastes. En outre, ces derniers sont le produit de divisions directes des noyaux-germes, et non de leur bourgeon-

nement. On peut affirmer hardiment que les copulations et conjugaisons notées par Balbiani ne correspondent pas à la réalité. Il y a des divisions cellulaires, mais jamais de fusions, de conjugaisons; et le prolongement *protoplasmique*, ou stolon résultant d'après Balbiani du bourgeonnement interne des cellules épithéliales et qui *produirait* sur toute sa surface de petites cellules-filles rattachées au stolon par un pédoncule, n'est en somme que la masse de protoplasme caduc qui englobe les deuto et, plus tard, les tritospermatoblastes.

Les vues de Balbiani se rattachent d'ailleurs à des idées théoriques sur la nature de la sexualité cellulaire. Pour lui, dans toute glande sexuelle existaient côte à côte des cellules mâles entourant une cellule femelle centrale. L'élément sexuel définitif ou parfait résultait toujours de la conjugaison de ces deux éléments. Après cette conjugaison, l'élément fécondé est ou un ovule femelle ou bien une vésicule spermagène, un mâle destiné à fournir des spermatozoïdes, suivant que le travail physiologique a principalement son siège dans les cellules pariétales ou immédiatement autour de la cellule centrale.

On peut affirmer que ces vues n'ont pas reçu la sanction des études ultérieures et qu'elles sont aujourd'hui abandonnées.

A mon tour [1], j'ai, en 1882, publié quelques vues sur la spermatogenèse chez les Plagiostomes. Voici ce qui, dans cette note, a trait à la formation des ampoules.

Vers la paroi inférieure des testicules (dans la région du pli progerminatif de Semper), se forment constamment des culs-de-sac glandulaires par bourgeonnement des cellules épithéliales des conduits séminifères.

Quelques-unes de ces cellules grossissent beaucoup et constituent les spermatospores ou *ovules mâles*.

Autour de ces derniers, se trouvent quelques *rares* cellules aplaties, qui ne sont que des cellules épithéliales *n'ayant pas grossi comme leurs voisines*, et qui disparaissent sans avoir joué un rôle spécial.

Dans le protoplasme périphérique du spermatospore, naissent

[1] A. Sabatier; Comptes rendus de l'Institut, 17 avril 1882.

par voie endogène des noyaux qui grossissent, tandis que le noyau central de la cellule et la couche de protoplasme qui l'entoure immédiatement deviennent très granuleux et se désagrègent. Les noyaux formés à la périphérie constituent les noyaux des protospermatoblastes.

Ceux-ci se divisent et fournissent, vers le centre du follicule, un second noyau qui se divise à son tour et ainsi de suite.

De là, résultent des séries de cinq ou six noyaux disposés suivant les rayons du follicule.

Ces noyaux se multiplient par division et donnent les deutospermatoblastes qui se divisent à leur tour formant des cellules plus petites, dont l'ensemble a la forme de prismes disposés suivant les rayons de la sphère, et dont chacun repose sur le protospermatoblaste qui lui a donné naissance. Celui-ci, n'ayant subi qu'une première division, a conservé son volume primitif et s'est seulement aplati contre la paroi du follicule.

Ces premiers résultats de mes études déjà lointaines sont passibles de graves critiques.

L'origine des jeunes ampoules ou culs-de-sac glandulaires par bourgeonnement des cellules épithéliales des conduits séminifères est une fausse interprétation de faits réels, car, en même temps que s'organisent les jeunes ampoules par prolifération des noyaux du stroma, se dessinent par le même processus et en continuité avec les jeunes ampoules, les futurs canalicules déférents qui, à cette phase, sont pleins et non creux. Les ampoules ne proviennent donc pas de l'épithélium de ces canaux, mais elles se forment en même temps, ou à peu près en même temps qu'eux. Le terme de bourgeonnement n'est d'ailleurs pas juste ; car il s'agit ici de divisions nucléaires par amitose. J'ai considéré avec Semper, Balbiani, comme cellules épithéliales, les petites cellules aplaties qui entourent les grandes cellules.

C'est avec raison que j'ai considéré les grandes cellules, que j'ai appelées ovules mâles ou protospermatoblastes, comme provenant du grossissement de quelques-unes des petites cellules ; mais

j'ai eu tort de penser que les autres étaient appelées à disparaître. Elles sont toutes destinées à former des *ovules males*, c'est-à-dire des protospermatoblastes.

La production par voie endogène de noyaux dans le protoplasme des spermatospores ou ovules mâles est une pure illusion, que mes recherches ultérieures ont entièrement dissipée. J'en dirai autant de la désagrégation et destruction de la cellule et du noyau du spermatospore. Pas plus que Balbiani, je n'ai vu juste sur ce point.

L'origine que j'attribue aux protospermatoblastes n'est donc pas conforme à la vérité. Je n'ai pas vu, en effet, à cette époque que les protospermatoblastes provenaient en réalité des divisions successives du noyau-germe qui se reportait vers le centre de l'ampoule.

Je n'ai pas eu non plus de vues bien claires sur les divisions des protospermatoblastes pour former les deutospermatoblastes.

Et quant au noyau aplati qui s'aperçoit à la base des prismes disposés suivant les rayons de la sphère, nous savons que ce n'est pas, comme je le croyais alors, un spermatoblaste appartenant à la génération présente, mais un noyau-germe destiné à devenir le point de départ d'une génération future de spermatoblastes. Nous y reviendrons un peu plus tard.

Comme pour Balbiani, ces processus de cytogenèse que j'avais crus destinés à produire des spermatozoïdes, avaient été pour moi le point de départ d'une conception particulière de la manière dont se réalisait la sexualité de la cellule. Mais, au lieu de penser, avec Balbiani, que l'élément sexuel définitif résultait de la conjugaison de deux éléments cellulaires de polarités sexuelles différentes, j'avais pensé au contraire que toute cellule, et surtout toute cellule germinative, c'est-à-dire ayant conservé des caractères blastodermiques, comme celles des glandes sexuelles, possédait primitivement en elle les deux polarités contraires; et que la spécialisation sexuelle de cet élément cellulaire résultait, dans les deux cas, de l'élimination des parties qui représentaient dans la cellule primitive la polarité opposée. Ainsi, dans la grande cellule ou *ovule* du testicule des Sélaciens, la grande cellule représentait par son noyau l'élément femelle tandis que dans le protoplasme périphéri-

que naissaient des noyaux qui représentaient l'élément mâle. Le noyau central femelle se désagrégeant et disparaissant, l'élément mâle acquérait une prédominance que rien ne neutralisait.

A ces vues théoriques, les faits observés par Kowalewski, Fol et moi, chez les Ascidiens, et par moi encore chez les Annélides, les Sélaciens, et les Amphibiens, semblaient donner quelque appui. Minot et Balfour les avaient d'ailleurs antérieurement formulées à propos des globules polaires.

Les observations plus récentes, en renversant les observations anciennes, ou tout au moins en modifiant profondément leur interprétation, ont considérablement affaibli l'autorité et le crédit des idées théoriques ci-dessus énoncées ; mais, est-ce à dire que la conception générale, c'est-à-dire la spécialisation sexuelle de l'élément par l'élimination de l'une des deux polarités, ne soit pas digne de considération ? Je suis loin de le penser. Il convient, sans doute, de placer le siège des polarités dans des portions de la cellule différentes de celles qu'on leur avait d'abord attribuées.

Les faits de réduction des éléments chromatiques ou nucléïniens dans la division des cellules reproductrices des végétaux et des animaux peuvent être considérés comme une indication précieuse à cet égard, et doivent engager les observateurs à diriger leur attention sur les modifications que subit le corps nucléïnien dans la constitution des éléments sexuels.

Déjà, dans mon étude sur la spermatogenèse des Crustacés décapodes, j'ai insisté sur ce point que, tandis qu'une partie de la nucléïne ou chromatine devient plus dense et plus importante, l'autre se décolore, devient moins réfringente et disparait.

Chez les Sélaciens également, nous avons constaté que, dans la formation du spermatozoïde, une partie de la nucléïne devient volumineuse, très chromophile, très réfringente et très dense pour former la tête, tandis que l'autre partie se vésiculise, se décolore, perd sa réfringence et tend à disparaître, formant la coiffe et le manchon céphaliques.

Serait-il donc vrai que le corps nucléïnien de la cellule neutre a une portion mâle et une portion femelle, et que l'élimination

par dégénérescence de l'une ou de l'autre détermine et fixe la sexualité de l'élément ? C'est là une idée que des études ultérieures pourront établir ou renverser.

En 1882, quelques mois après ma publication, G. Hermann[1] fit paraître un mémoire important, où était traitée avec grand soin l'histoire de la formation des ampoules.

Sur la question de la première genèse des ovules et ampoules chez l'embryon, Hermann s'en rapporte à Semper, dont il se borne à résumer en quelques lignes les idées principales.

Quant à la transformation des ovules mâles en ampoules séminales chez l'adulte, Hermann a reconnu, avec Semper, dans la bandelette de tissu conjonctif *qui dessine le pli progerminatif* des cordons longitudinaux formés de cellules génitales primitives ou ovules mâles. Ces cordons sont pleins, et se ramifient de distance en distance.

Sur une coupe transversale de la bandelette, on distingue des cordons pleins composés de deux espèces de cellules. 1° les grandes cellules arrondies ou ovoïdes qui sont les ovules mâles *nés dans l'épithélium germinatif* ; 2° Entre ces ovules, et fréquemment appliquées sur eux de petites cellules grenues en forme de croissant dans lesquelles, dit-il, on distingue *parfois* de *petits noyaux à peine visibles*.

Ces dernières sont des cellules indépendantes des premières et qui, en dépit des apparences, n'en proviennent pas par gemmation.

Les ovules se compriment réciproquement, et il est *souvent* impossible de *distinguer le plan de séparation*.

Souvent leurs noyaux s'allongent ou se déforment et renferment deux *ou* trois *nucléoles* Toutefois, Hermann n'*a jamais vu des phases de segmentation nucléaire ou cellulaire*.

Les petites cellules du cordon se multiplient par segmentation, grossissent et deviennent des ovules mâles semblables à ceux

[1] G. Hermann ; *Recherches sur la spermatogenèse chez les Sélaciens. Journal de l'Anat. et de la Physiol de Robin.* Tom. XVIII (Juillet-Août 1882).

qu'elles entouraient. C'est là, pour Hermann, la seule cause de l'augmentation numérique des ovules d'un même follicule, puisque, d'après lui, les ovules ne *se segmentent pas*.

D'ailleurs, Hermann a observé les formes intermédiaires entre les ovules et les petites cellules. Ce sont là des faits exacts, avec cette réserve, que parfois, à ce moment, ainsi que nous l'avons observé, et ainsi que Swaen et Masquelin l'ont vu avant nous, il y a des divisions mitotiques des grandes cellules ou ovules mâles.

Les cordons sont pleins, mais bientôt ils se divisent en follicules primordiaux ou ampoules séminifères, au sein desquelles se forme une petite cavité.

Cette petite cavité lui a paru résulter simplement de l'écartement des cellules (au moins dans la majorité des cas), et non de la résorption d'une cellule centrale comme l'ont cru Semper et Balbiani. Les corps étoilés vus par Semper dans cette excavation sont très probablement dus à l'action des réactifs sur le *bouchon muqueux* (Semper) qui occupe la cavité de l'ampoule.

Les petites cellules se multiplient et se transforment en ovules mâles, ou grosses cellules, ou cellules ovulaires, ou cellules de la grosse variété: et ainsi l'ampoule acquiert le nombre de *cellules-mères* que renfermera l'ampoule parvenue à la maturité.

Chaque ovule mâle subit son évolution et se change en une cellule-mère remplie de spermatoblastes.

A l'ovule arrondi *succède* un élément allongé, conique ou pyramidal, renfermant deux noyaux qui s'emboitent, l'interne coiffant l'externe.

Hermann n'a pu déterminer exactement par quel mécanisme cette cellule allongée à deux noyaux succède à l'ovule primitivement sphérique. Ce qu'Hermann prend ici pour une cellule allongée à deux noyaux n'est autre chose que deux noyaux plongés dans le protoplasme commun de la grande cellule-mère. Ces deux noyaux résultent de la division amitotique d'un noyau allongé à forme épithéliale (noyau-germe), division qui a fourni deux noyaux, dont l'un externe, voisin de la paroi, s'est arrondi pour former un noyau d'ovule mâle (protospermatoblaste) et dont l'autre, qui le coiffe,

reste à l'état de noyau-germe destiné à se diviser à son tour en deux noyaux qui présenteront des phénomènes exactement semblables aux précédents.

Ces deux noyaux s'écartent et se séparent, d'où résultent deux éléments distincts, placés bout à bout dans une direction rayonnée par rapport à l'ampoule. La cellule centrale reste conique, (cellules centrales coniques) et se divise à son tour, d'où résulte une série rectiligne de trois cellules placées suivant un rayon de l'ampoule. Le noyau conique interne continue à se diviser jusqu'à ce qu'il y ait dans la cellule-mère une file de sept à neuf cellules superposées.

Alors le noyau central ou conique se transforme à son tour en noyau arrondi semblable aux autres. C'est là du moins ce que l'auteur *incline* à admettre et ce que j'ai montré être la vérité, contrairement à l'opinion de Semper et de Balbiani. Toutefois il n'a pu déterminer exactement quel est le sort définitif de ces éléments, une fois que le processus de gemmation nucléaire est terminé.

Hermann, qui a distingué dans les cordons germinatifs deux ordres d'éléments, 1° des cellules épithéliales, et 2° des cellules génitales ou ovules mâles, pense bien que les premières sont appelées à se transformer en ovules mâles, qui deviendront des cellules-mères de spermatoblastes. Mais il confesse ne pouvoir indiquer l'origine première de ces petites cellules. Il ne saurait dire s'il y a génération de toutes pièces (genèse de Robin) ou dérivation directe des cellules voisines de l'épithélium germinatif.

Nous savons que ces petites cellules ne sont que des éléments des nids de germes dérivés par multiplication amitotique des éléments du stroma conjonctif du pli progerminatif.

Quant aux changements que subissent les ovules mâles pour devenir les cellules-mères des spermatoblastes, voici ce qu'en dit Hermann. Les ovules mâles (qui correspondent à mes protospermatoblastes) se multiplient par un mode de scissiparité qui est une division mitotique (ainsi qu'on peut en juger par les figures). Cette division est surtout active quand le rôle des cellules coniques de la couche interne est à peu près terminé. Il résulte de ces multiplications la perte de l'aspect régulièrement radié des groupes

de cellules. A ce moment se montre, à la base de chaque groupe de cellules ou cellule-mère, le gros noyau basilaire ou noyau recouvrant de Semper. Cette prolifération des ovules marque l'achèvement de la transformation de l'ovule mâle primitif en cellule-mère à spermatoblastes.

Hermann ne s'est pas rendu compte de la ***double*** série de divisions amitotiques qui marquent cette phase du développement de la cellule-mère; mais du moins il a vu bien plus clair que Semper, en ce sens qu'au lieu d'attribuer les spermatoblastes à un bourgeonnement des noyaux des petites cellules internes allongées, il a reconnu qu'ils provenaient d'une série de divisions de ces petites cellules.

Dans cette étude la véritable signification des parties est parfois méconnue. C'est ainsi qu'Hermann a pris dans les follicules primitifs pour des cellules complètes, les noyaux-germes qui entourent le premier protospermatoblaste grossi, et il a pris pour de petits noyaux de ces cellules présumées, le nucléole placé au centre du noyau. Il n'a pas distingué le protoplasme commun et indivis, et n'a pas songé à le distinguer du protoplasme propre des spermatoblastes, et par conséquent ne s'est pas préoccupé du mode de formation de ce dernier.

Hermann croit à tort avec Semper que les ovules et les cordons génitaux proviennent exclusivement de l'épithélium germinatif, et non du stroma, et qu'ils ne se trouvent au sein de ce dernier qu'à la suite d'une immigration.

L'étude d'Hermann a, on le voit, fait faire des progrès notables à la connaissance de cette partie de la spermatogenèse des Sélaciens. Mais elle a laissé encore bien des points obscurs et indéterminés, et des lacunes que j'espère avoir comblées.

O. S. Jensen [1], de Christiania, a publié dans les *Archives de Biologie* de 1883, des recherches assez étendues sur la spermatogenèse comparée chez divers types d'Invertébrés et de Vertébrés

[1] O.-S. Jensen ; *Recherches sur la spermatogenèse*. Archives de biologie de E. van Beneden, et Ch. van Bambeke, tom. IV, 1883.

dans le but de combler quelques-unes des lacunes existant dans nos connaissances sur la spermatogenèse.

Parmi les questions qui ont particulièrement attiré l'attention de Jensen, il y a celle de l'existence et de la nature du *cytophore* de La Valette Saint-George, celle de l'existence d'un follicule ou d'une enveloppe folliculaire autour des groupes de spermatocytes chez les Vertébrés, et enfin celle du rôle du noyau du spermatocyte dans la formation du spermatozoïde et de l'intervention d'un nodule céphalique, distinct du noyau.

A une phase reculée du développement, l'on trouve chez bien des Invertébrés les spermatozoïdes en voie de formation sous la forme d'un amas de cellules fixées à un corps protoplasmique volumineux, tantôt sphéroïdal, tantôt ovoïde, d'autres fois discoïde; ou bien ce corps renferme un ou plusieurs noyaux, ou bien il est impossible d'y découvrir aucun élément nucléaire.

Tandis que les cellules périphériques se transforment peu à peu en spermatozoïdes, le corps central ne subit aucun développement ultérieur. Ce corps central est le *cytophore*, qui supporte les *spermatocytes*.

Quant au follicule, nous avons vu de La Valette Saint-George[1] en admettre l'existence comme enveloppe de la spermatogonie et du groupe de spermatocytes (spermatogemme) qui en provient sous forme d'une membrane produite par des éléments cellulaires, les cellules du follicule (petites cellules de Semper), qui sont appelées plus tard à disparaître complètement.

Les études de Jensen ont porté sur des Invertébrés surtout et parmi les Vertébrés sur *Raja* (*R. clavata*, Linn, et *R. Vomer*, Fries).

« Ce qui distingue, dit-il, principalement la spermatogenèse chez *Raja*, de celle des Invertébrés, c'est la formation d'un follicule autour de la spermatogonie et du spermatogemme engendré par elle. La formation des follicules n'a été découverte jusqu'à maintenant chez aucun Invertébré. Par contre elle semble être générale chez les Vertébrés.

[1] Voir La Valette Saint-George, *loc. cit.*

Rappelant le travail de V. La Valette Saint-George[1] « dans ce travail, dit-il, l'existence de follicules a été démontrée. Il résulte de ces observations qu'*ils ont une importance considérable* ».

Jensen ne s'est pas préoccupé de l'origine des éléments des testicules, et a fait porter ses premières observations sur les ampoules primitives déjà formées.

Comme Semper et de La Valette Saint-George, il y trouve deux formes de cellules : les unes à grands noyaux arrondis, les *spermatogonies*, les autres à noyaux allongés, étroits et petits, et complètement semblables aux noyaux étroits des tubes progerminatifs (*Vorkeimschäuche*). Le protoplasme des cellules à petits noyaux s'étalant en membrane, celles-ci entourent les noyaux arrondis et constituent le *follicule*.

Le nombre des follicules et des spermatogonies s'accroîtrait par un processus de *cloisonnement* (qui, je l'affirme, n'a rien de réel), et par la transformation de quelques-unes des cellules à noyaux étroits en spermatogonies, ce qui avait déjà été vu par Semper, Hermann, etc., et ce qui est exact.

Sur les côtés de l'ampoule se trouve un amas de cellules à noyaux étroits qui sont l'ébauche de nouveaux follicules. Mais il n'y a, pense-t-il, qu'une de ces cellules qui soit employée à la formation d'*un* follicule. Les autres seront destinées à former de nouveaux follicules, après que le premier sera formé.

Les noyaux étroits augmentent en nombre et ainsi se continue ce processus.

En même temps, les spermatogonies se disposent à la périphérie de l'ampoule, et les noyaux étroits sont *entre* les spermatogonies.

Le centre de l'ampoule semble alors tout à fait vide, et Jensen n'a pas observé au centre une cellule qui fût résorbée (Semper).

A un stade suivant, et sans que l'auteur nous en donne la raison et nous en explique le mécanisme, les noyaux étroits ne sont plus entre les spermatogonies, mais *en dedans* de celles-ci, d'où une double couche régulière. L'ampoule est plus grande, les sperma-

[1] V. La Valette Saint-George ; *loc. cit.*

togonies sont plus nombreuses. Les follicules sont étroits et coniques.

Enfin, quand les follicules sont nombreux, il n'y a qu'*un* noyau étroit en dedans de chaque spermatogonie ; ce qui la porte à penser que la paroi de chaque follicule consiste en *une* cellule.

Plus tard, dans chaque follicule, il y a une série de deux, trois, quatre cellules ou spermatocytes. De là des colonnes de cellules radialement disposées.

Ces colonnes de cellules sont formées, comme l'indique V. La Valette Saint-George *par division* des spermatogonies, qui donnent ainsi les jeunes *spermatogemmes* composées de *spermatocytes.* A l'extrémité de chaque colonne, se trouve un seul noyau étroit, le noyau folliculaire.

Cette opinion de Jensen est erronée. Nous savons que dans ces phases de début la division des spermatogonies est exceptionnelle; et que les spermatogonies sont le résultat de la division successive amitotique du noyau central conique qui occupe le sommet de la colonne cellulaire.

Mais telle n'est pas l'opinion de Jensen, qui n'a, dit-il, jamais trouvé le moindre indice de la production de nouvelles cellules aux dépens de ces noyaux coniques, et qui n'a jamais non plus trouvé de formes intermédiaires entre eux et les cellules dont se constituent les colonnes.

J'espère avoir clairement et surabondamment démontré la division successive de ces cellules coniques et l'existence des formes ntermédiaires qui ont échappé à l'observation de Jensen. Ce sont à des faits dont, à mon sens, il n'est pas permis de douter, et qui réduisent à néant l'appréciation de Jensen sur le noyau conique comme noyau *folliculaire.* C'est un noyau-germe primitif, comme tous les noyaux de même forme et de même constitution des ampoules primitives.

L'auteur a été frappé cependant de ce que le noyau folliculaire existe *constamment* à l'extrémité des colonnes formées de deux ou trois spermatocytes, mais deviennent plus rares dans les colonnes de quatre ou cinq, et ont disparu dans celles de six ou sept.

Il avait d'abord cru, comme Semper, à leur disparition ; mais il s'est ravisé; et voyant qu'à cette phase où les colonnes ont six ou sept noyaux, *tous* les noyaux folliculaires se trouvaient à *la base même des colonnes,* il trouve tout naturel de penser qu'ils ont seulement changé de place, et sont passés des extrémités internes des colonnes cellulaires à la base de ces colonnes.

Les arguments de Jensen, en faveur de cette étrange idée, sont les suivants :

1° Les noyaux folliculaires de la base des colonnes ont *tout à fait* le même aspect que ceux du sommet.

Mais je ferai remarquer que cette ressemblance n'a rien d'étonnant, et ne démontre qu'une chose, c'est que les noyaux internes comme les noyaux externes sont des noyaux de même valeur ; nous savons, en effet. que ce sont les uns et les autres des noyaux-germes, les premiers appartenant à la génération présente, les seconds à la génération prochaine de spermatozoïdes. C'est là tout ce que l'on pourrait conclure de cette ressemblance, et c'est tout ce que nous en avons conclu en exposant nos appréciations et nos vues à cet égard.

2° Le second argument de Jensen, c'est qu'on peut, dans une seule et même ampoule, suivre les noyaux folliculaires à *chaque stade de cette* migration.

C'est là ce que je nie absolument, car, si dans les premières phases de développement des colonnes, alors qu'elles ne renferment que deux ou trois spermatocytes (au plus) ou protospermatoblastes en série, on peut apercevoir encore entre les colonnes et surtout vers la base quelques noyaux-germes attardés dans leur transformation en protospermatoblastes ou spermatocytes, j'affirme d'autre part que les noyaux coniques subsistent encore clairement au sommet des colonnes de six spermatocytes, où ils se transformeront pour former la septième, et que, si vers la base des colonnes à six ou sept cellules commencent à apparaître des noyaux semblables à ces noyaux, c'est que les noyaux-germes de la membrane de l'ampoule commencent alors, comme je l'ai démontré, à faire

saillie dans la cavité de l'ampoule et bien souvent entre la base de deux colonnes, pour devenir le point de départ d'une nouvelle poussée de spermatogenèse condamnée à l'avortement. Cela est si vrai que, si l'on veut bien porter son attention sur ce point, on rencontrera ***très souvent*** la phase ***critique***, dirais-je, où les noyaux internes granuleux et les noyaux basilaires coexistent encore (Pl. II, fig. 7), et où par conséquent on ne peut considérer les seconds comme n'étant autre chose que les premiers ayant subi une migration. L'argument me paraît sans réplique.

Ces noyaux sont les ***noyaux recouvrants*** de Semper (***Deckzellenkern***) les ***noyaux folliculaires*** de V. La Valette Saint-George, (***Cystenkern***) les ***noyaux basilaires*** d'Hermann. C'est donc là l'origine que leur attribue Jensen, et ce noyau basilaire d'une source restée jusqu'alors obscure pour tous les observateurs n'est pour Jensen que le noyau terminal du spermatogemme qui a émigré à la base de celui-ci. Nous savons ce qu'il faut penser d'une vue si contraire à la vérité.

Au stade suivant, les spermatocytes sont devenus plus nombreux par suite d'une division ***répétée***, (combien de fois ? Jensen n'en dit rien); le spermatogemme n'est plus alors une simple série, mais un amas de spermatocytes plus petits (mes tritospermatoblastes), et le follicule s'est élargi.

Jensen a distingué au centre des spermatogemmes dont les filaments caudaux sont bien développés une grande cavité claire. C'est l'***axe protoplasmique*** de Balbiani, et que ce dernier considère comme un prolongement des cellules épithéliales de l'ampoule, prolongement qui, d'après lui, produit des spermatocytes par toute sa surface.

Hermann a considéré cette cavité comme résultant tout simplement du transport des spermatocytes vers la périphérie du spermatogemme.

Jensen regarde ces opinions comme erronées. Les spermatocytes restent ***à leur place***, dit-il ; la cavité prend naissance à la suite de la destruction des spermatocytes les plus internes, et la masse qui remplit la cavité est le protoplasme de ces spermatocytes détruits.

Les spermatocytes qui restent entourent la cavité ; tantôt ***irrégulièrement***, tantôt ***régulièrement*** sous la forme d'une seule couche. Toutefois, les spermatocytes détruits ne constituent pas le cytophore chez *Raja*. Celui-ci se forme d'une autre façon.

Ces idées de Jensen sont entièrement erronées.

Comme l'ont vu Balbiani et Hermann, sans toutefois en expliquer le mécanisme, les spermatocytes se portent à la périphérie de l'ampoule et y constituent une couche très ***régulière***. Je l'ai vu également (Pl. IV, fig. 4.) et j'en ai donné l'explication. C'est alors le protoplasme commun du spermatogemme ou protoplasme caduc qui occupe le centre de la masse du spermatogemme.

Plus tard, ce seront les cytoplasmes ***allongés*** des spermatozoïdes qui envahiront cette partie centrale (Pl. V, fig. 1.). Mais il n'y a pas ***un seul*** spermatocyte qui disparaisse; ***tous*** se développent en spermatozoïdes : et si Jensen a vu dans la prétendue cavité centrale des noyaux ou des débris de noyaux des spermatocytes, c'est que, par suite d'une mauvaise fixation ou d'un sectionnement défectueux en coupes, des noyaux de spermatocytes ou des fragments de noyaux ont été entraînés dans le centre ; c'est ce que tend à prouver cette ***irrégularité*** dans la portion périphérique des spermatocytes que Jensen dit avoir observée. La régularité est la règle ***très générale*** ; et l'irrégularité est un résultat artificiel dû à une technique défectueuse [1].

Jensen a remarqué que, tandis que la paroi du follicule n'était d'abord qu'une membrane mince et homogène, elle se présente plus tard (lorsque commence la formation des spermatozoïdes), comme tapissée à ***sa face interne*** par une couche qui devient granuleuse dans le liquide de Müller. Sans insister sur les détails que donne l'auteur sur les transformations de cette couche granuleuse, je me borne à dire que, pour lui, cette couche qui renferme le

[1] La défectuosité de la technique est d'ailleurs clairement démontrée par la fig. 29, Pl. XXI de Jensen, où, d'après l'aveu même de l'auteur, «par suite du mode de préparation (coupe transversale d'un testicule durci dans le liquide de Muller) les spermatogemmes ont été poussés vers l'intérieur, de sorte que la plus grande partie du follicule est vide» pag. 710.

noyau folliculaire de Jensen (basilaire de Hermann ou recouvrant de Semper) est le produit de la paroi du follicule (ce qui est entièrement erroné), qu'en se rétractant elle entraîne les spermatocytes et les spermatozoïdes vers la base du follicule et forme le cytophore dont le noyau est le noyau dit folliculaire (ce qui est un mélange de propositions exactes et d'assertions inexactes).

Jensen a commis là des confusions regrettables que mes recherches permettent de dissiper.

Il n'a pas distingué entre le protoplasme commun du spermatogemme, qui constitue le protoplasme caduc, et le protoplasme des cellules dites basilaires ou noyaux-germes de la future génération, protoplasme qui s'accroît et s'élève en cônes situés entre les spermatogemmes (Pl. III, fig. 3, 18, 19. Pl. V, fig. 3, 5, 6, 7, 8. Pl. VI, fig. 6, 7). Ce dernier renferme les noyaux dits basilaires, et restera attaché à la paroi de l'ampoule quand les spermatozoïdes en auront disparu (Pl. VII, fig. 4).

Le protoplasme caduc est bien, comme l'ont pensé Hermann, Semper et Balbiani, le protoplasme de la cellule-mère des spermatocytes, celui au sein duquel ils ont pris naissance, et, s'il existe une « *différence très importante* » entre la manière de voir de Jensen et celle de ces auteurs, elle n'est certainement pas à l'avantage du premier.

Le protoplasme caduc se rétracte, en effet, vers la base du spermatogemme ou cellule-mère, et y entraîne les extrémités céphaliques des spermatozoïdes, qui sont par là groupées en faisceau; je l'ai clairement montré (Pl. V, fig. 5, 6. Pl. VI, 1, 2, 4, 6, 7. Pl. VII, fig. 2 *a*. 3). A ce point de vue, ce protoplasme caduc est le vrai *cytophore* des Sélaciens. Mais il ne renferme pas le noyau dit basilaire, qui lui est tout à fait étranger, et qui appartient exclusivement à la *spermatogénie de la seconde génération*; c'est un *noyau-germe* qui surgit de l'épaisseur de la membrane de l'ampoule entouré de son protoplasme.

Le cytophore des Sélaciens n'a donc pas de noyau cytophoral. Et c'est bien à tort que Jensen veut établir entre lui et le cytophore des Invertébrés une différence d'origine et de développe-

ment. Chez les Sélaciens comme chez les Annélides (de nouvelles observations m'ont permis de m'en assurer), le cytophore n'est, au fond, que le protoplasme indivis de la cellule-mère, au sein duquel se sont formés les spermatocytes, par segmentation du noyau de cette cellule et par acquisition d'une couche propre de protoplasme. Ce protoplasme indivis et commun, *en se rétractant,* exprime et rejette hors de lui les spermatocytes et les spermatozoïdes, soit groupés en faisceaux (Sélaciens, Amphibiens), soit disposés à la surface d'une sphère protoplasmique (Annélides).

Il constitue le protoplasme caduc de la cellule-mère, qui en se rétractant d'abord, et plus tard en se désagrégeant, met les spermatozoïdes en liberté.

Pas plus chez les Invertébrés que chez les Sélaciens, le cytophore ne résulte de la destruction d'une ou de plusieurs cellules internes du spermatogemme.

J'arrête là cette critique du travail de Jensen. On voit clairement que l'histoire de la spermatogenèse des Sélaciens lui doit bien plus d'appréciations malheureuses que de véritables progrès.

Le même volume des *Archives de biologie*, qui renferme le travail de Jensen, donne immédiatement après une *Etude sur la Spermatogenèse*[1], de A. Swaën et H. Masquelin, dans laquelle un chapitre est réservé aux Sélaciens. Nous y retrouverons tout au moins une des idées les plus étranges de Jensen, quoique les auteurs n'aient point eu réciproquement connaissance de leurs recherches.

C'est particulièrement sur *Scyllium catulus* qu'ont porté les études de Swaën et Masquelin, c'est-à-dire sur la même espèce que mes propres études, ce qui rendra mes appréciations plus précises.

Les auteurs ne se sont pas préoccupés de l'origine des ampoules primitives, ni de la distribution des ampoules dans le testicule.

[1] A. Swaen et H. Masquelin ; *Etude sur la Spermatogenèse.* Archives de biologie. Tom. IV, 1883.

Dans les ampoules les plus jeunes, ils ont, comme leurs prédécesseurs, reconnu deux espèces de cellules :

L'*une* d'elles, grande, pourvue d'un noyau sphérique, est l'*ovule mâle* ou spermatogonie de la Valette.

Les autres, assez nombreuses, ont des noyaux aplatis, denses et des corps protoplasmiques qui *semblent* fusionnés. Ce sont des *cellules folliculaires*, formant un vrai follicule autour de l'ovule mâle.

Dans des ampoules plus avancées, tantôt l'ovule, tantôt l'une ou l'autre des cellules folliculeuses présente les caractères de l'une des phases de la division *indirecte* ou *karyokinétique*. Toutefois dans la division indirecte des cellules folliculeuses, les figures nucléaires sont beaucoup moins volumineuses.

Par suite de cette multiplication des éléments, l'ampoule grossit; et il se forme (les auteurs ne disent pas comment) une petite cavité centrale étoilée qui se remplit d'un liquide coagulable. Swaën et Masquelin n'y ont pas constaté d'ovule atrophié.

En grandissant, l'ampoule est pourvue d'un revêtement épithélial formé *en apparence* (disent-ils) de deux couches : une périphérique composée presque entièrement d'ovules mâles et une interne formée par les cellules folliculeuses. Dans les ampoules plus âgées, à la périphérie se trouvent tous les ovules, et en dedans de ceux-ci les noyaux des cellules folliculeuses. Mais, prétendent les auteurs, les corps protoplasmiques de ces dernières cellules envoient entre les ovules des *prolongements lamellaires* ou *filamenteux* qui les *rattachent* à la paroi conjonctive de l'ampoule.

Il résulte, disent-ils, de cette description que, *dans ces ampoules primordiales, les deux espèces de cellules sont bien distinctes, et le restent continuellement.*

On voit donc que Swaën et Masquelin nient toute transformation des cellules dites folliculeuses, ou ovules mâles. A Semper et à Hermann, qui ont pensé le contraire, ils opposent les arguments suivants:

1° Si les ovules augmentent de nombre dans une même follicule, c'est qu'ils subissent dès le début des segmentations indi-

rectes; et c'est ainsi que se constitue la colonne unisériée d'ovules mâles (nos protospermatoblastes), dans chaque follicule. Si Semper et Hermann n'ont pas vu ces divisions, c'est la faute de leur technique. Le liquide de Müller, l'acide osmique employés par eux, rendent *indistinctes* (!) les figures des noyaux en voie de division indirecte.

2° Les formes intermédiaires entre les ovules mâles et les cellules folliculeuses vues par les auteurs précédents ne sont que des illusions dues également à une technique défectueuse. L'acide osmique employé par Hermann *gonfle* (!) les ovules mâles et amène la compression et la déformation des cellules folliculeuses interposées; de là des noyaux comprimés, aplatis, *étranglés*; d'autres au contraire, plus à l'aise, conservent leurs dimensions réelles et présentent ainsi les prétendues formes de transition.

Malgré les mérites exceptionnels attribués par Swaën et Masquelin à l'acide nitrique à 3 0/0, je crois qu'on peut affirmer que les auteurs sont tombés sur ce point dans une complète erreur. L'emploi très renouvelé de fixateurs et de colorants nombreux et variés, m'a partout démontré clairement que les ovules mâles (protospermatoblastes) ne se divisaient que très exceptionnellement avant que la colonne sériée de l'ampoule fût complète, que les figures cinétiques étaient très nettes à toute phase pour les cellules complètes, que ces divisions mitotiques ne pouvaient produire, même alors, que des ovules mâles (ou protospermatoblastes) d'une même colonne (Pl. I, fig. 9), qu'ils ne pouvaient, par conséquent, expliquer la multiplication du nombre des ovules mâles de début des follicules, ou cellules-mères; que non seulement ces ovules mâles primitifs, mais tous ceux de même dimension qui remplissent le follicule ou la colonne, provenaient très nettement et très clairement de la transformation des cellules dites folliculeuses, à travers des formes de passage très évidentes, et que les cellules folliculeuses allongées, *étranglées*, vues par ces auteurs, subissaient des divisions directes qui ont échappé aux observateurs précités. A cet égard,

il ne peut subsister aucun doute ; et j'en appelle à tous ceux qui voudront reprendre ces observations et porter plus spécialement leur attention sur ces points divers.

Les colonnes ou follicules une fois remplis d'ovules mâles, il se fait des divisions cinétiques de ces cellules, qui en multiplient le nombre et constituent une *spermatogemme* remplie de *spermatocytes.*

Les auteurs ont reconnu avec raison qu'*une partie* du protoplasme de la cellule-mère, c'est-à-dire de l'ovule mâle, enveloppe les spermatocytes et reste interposée entre eux et les maintient unis entre eux dans une situation déterminée. Ce protoplasme unissant est notre *protoplasme caduc.*

De même qu'ils ont nié toute participation des cellules dites folliculeuses à la formation des ovules mâles qui forment la première couche sur la membrane du follicule, Swaën et Masquelin nient toute participation de ces cellules folliculeuses disposées en couche interne, à la formation des autres éléments des colonnes. Pour eux, ces derniers, c'est-à-dire nos protospermatoblastes sont aussi exclusivement le résultat des divisions caryocinétiques successives des ovules mâles.

Semper avait pensé que la cellule terminale des spermatogemmes avait produit les cellules externes de la série columnaire par un bourgeonnement répété. Hermann avait redressé et très heureusement complété cette vue de Semper, en établissant que les noyaux internes se divisaient successivement en 2 éléments, dont l'un, interne, conserve les caractères de la cellule-mère, tandis que l'autre se transforme en spermatocyte (ovule mâle, protospermatoblaste).

C'était là un progrès réel, que j'ai confirmé et complété en démontrant, ce que Hermann avait soupçonné sans pouvoir l'affirmer, que le noyau interne ne se détruisait pas après s'être plusieurs fois divisé, mais qu'il se transformait à son tour en protospermatoblaste.

Swaën et Masquelin font aux vues de Semper et d'Hermann des objections plutôt embarrassées que démonstratives, que je ne puis

analyser ici, et pour aboutir à cette proposition absolue : « *Jamais* la cellule folliculeuse ne présente de signes de multiplication, tandis que, au contraire, les noyaux des spermatocytes possèdent *toujours* les caractères de l'une ou l'autre des phases de ce processus ».

A ces affirmations catégoriques, j'oppose, après les observations de Hermann, les miennes propres, d'où il résulte :

1° Que les noyaux internes (mes *noyaux-germes*, *noyaux-coniques* d'Hermann, *cellules folliculeuses* de Swaën et Masquelin), se divisent *toujours* et successivement, pour former les protospermatoblastes de la colonne entière, c'est-à-dire la première génération de spermatocytes, et que cette division se fait par voie *directe* et par des processus délicats de pulvérisation de la nucléïne et de *clivage* (*fissure* d'Hermann), qui ont échappé à l'observation de nos contradicteurs, trop préoccupés peut-être de la recherche de divisions par voie indirecte.

2° Que les protospermatoblastes d'une même colonne, loin d'être dus *généralement* à des divisions indirectes des premiers ovules mâles, ne le sont que d'une manière *tout exceptionnelle.*

Il y a donc lieu de rejeter les conclusions de Swaën et Masquelin, tant sur ce point que sur *celui de l'origine* des ovules mâles primitifs.

Enfin, en 1888, parurent dans le *Bulletin de la Société des Naturalistes de Naples*, les recherches de Francesco Sanfelice [1] sur la spermatogenèse des Vertébrés. Dans ce mémoire, sont passées en revue et discutées les idées générales qui ont présidé aux interprétations émises par les principaux chercheurs sur les processus de la spermatogenèse considérée en général. Cette discussion est suivie d'études spéciales sur un certain nombre de représentants des principaux types de Vertébrés. Les Sélaciens y représentent le groupe des Poissons.

Pour l'auteur, les ampoules sont morphologiquement équiva-

[1] Francesco Sanfelice ; *Spermatogonesi dei Vertebrati.* Bolletino della Società di Naturalisti in Napoli, 1888.

lentes d'un canalicule spermatique. Le canalicule et l'ampoule sont deux formes différentes de l'organe creux dans le sein duquel s'opère la spermatogenèse. L'ampoule est une vésicule limitée par une tunique propre endothéliale. A l'intérieur, se trouvent des cellules qui peuvent varier de forme.

Sanfelice renvoie à un travail ultérieur l'étude de l'origine des ampoules, et il s'attache à la description des ampoules qui par leur développement sont intermédiaires entre celles qui naissent et celles qui ont atteint leur complet développement. Ces ampoules moyennes sont celles dans lesquelles commence à peine la prolifération des éléments, dans le but d'en former un nombre déterminé nécessaire à la production des spermatozoïdes.

Dans ces ampoules moyennes, qui correspondent à peu près aux Pl. I, fig. 6, 8, 12, on trouve, à la périphérie, des cellules qu'il appelle *germinales*, et qui correspondent à nos *noyaux-germes*, et entre elles des *spermatoblastes* (ovules mâles de Semper, Hermann, protospermatoblastes *mihi*), avec forme pelotonnée du noyau, qui sont disposés en plusieurs séries vers la lumière de l'ampoule. A ceux-ci font suite des noyaux plus ou moins allongés disposés sur deux séries, et dont le long axe est dirigé suivant les rayons de l'ampoule. Quelques-uns de ceux-ci qui se trouvent plus voisins de la périphérie, sont compris entre les spermatoblastes à noyau pelotonné; ceux qui sont centraux sont très pressés les uns contre les autres Ce sont les noyaux que Swaën et Masquelin, et d'autres ont appelés folliculaires, sans en expliquer clairement la signification physiologique (Ce sont nos *noyaux-germes* internes). Sanfelice a remarqué avec raison qu'une ampoule très jeune n'est formée que de noyaux folliculaires (nids de germes *mihi*).

Les noyaux folliculaires se transforment en spermatoblastes, et cette transformation se fait de la périphérie vers le centre (comment? il ne le dit pas).

Quelques-uns cependant situés vers la périphérie ne se transforment pas et restent comme *cellules germinales*, destinées à produire le nouvel épithélium, lorsque celui qui a été le résultat d'une première division aura fourni les spermatozoïdes.

Ainsi donc les noyaux folliculaires, ceux qui sont situés vers le centre de l'ampoule, aussi bien que les périphériques, sont destinés à se transformer tôt ou tard en spermatoblastes. C'est ce que confirme ce fait, qu'à mesure que croît l'ampoule, à mesure aussi diminue le nombre des noyaux folliculaires. Dans les ampoules un peu plus grandes que celle qui vient d'être décrite, les spermatoblastes en phases caryocinétiques sont plus abondants, et les noyaux folliculaires ne forment plus qu'une seule série vers le centre. Finalement, dans les ampoules qui ont atteint le volume maximum on n'observe plus de noyaux folliculaires (les cellules germinales périphériques exceptées).

Puis les spermatoblastes se divisent, se multiplient par caryocinèse; et les petits asters (ou noyaux) se transforment en spermatozoïdes. Les petits noyaux se disposent en secteurs longs et étroits. Ils se disposent sur une couche cylindrique à la surface du secteur, et à la coupe se voit une couronne de noyaux compris dans une masse protoplasmique commune. C'est le *spermatogemme*.

Mais, à quelque phase que soient les éléments qui constituent l'ampoule, on remarque *toujours* à la périphérie les cellules germinales.

Les cellules germinales en prolifération sont comprises dans un protoplasme commun, sans limite nette, et vers l'intérieur, cette couche protoplasmique se termine irrégulièrement et parfois avec des prolongements. Ces cellules se divisent par *caryocinèse*. Puis elles fournissent les spermatoblastes; sous l'influence des noyaux des spermatoblastes, le protoplasme qui les entoure immédiatement devient moins dense que le reste du protoplasme non influencé. De là vient l'apparence d'un réseau décrit par les auteurs comme provenant des cellules germinales et comme enveloppant les spermatoblastes.

Il y a dans ces vues de Sanfelice des idées justes à côté d'autres incomplètes ou erronées.

Il a vu clairement la relation des cellules qu'il appelle *germi-*

nales avec les cellules qu'il a tort d'appeler *folliculaires* (nos noyaux-germes), et de ces derniers avec les *spermatoblastes.* Il dit bien en effet que les cellules germinales en se divisant produisent les *cellules* folliculaires, qui à leur tour se transforment *toutes* en spermatoblastes.

Ce en quoi Sanfelice se trompe, c'est quand il pense que les cellules germinales se divisent par caryocinèse. Nous savons, en effet, que cette division se fait par voie directe avec pulvérisation de la nucléïne et clivage.

Il se trompe encore lorsqu'il considère que les cellules folliculaires de la périphérie ne se transforment pas en spermatoblastes et restent comme point de départ du futur épithélium. Mais dans cette vue même, à côté de l'erreur, il y a une vérité de grande valeur, quand il considère que les cellules germinales périphériques (qui ont une tout autre origine qu'il ne pense) sont réellement l'origine du futur épithélium séminifère.

Sanfelice a bien reconnu aussi que les noyaux-germes ou cellules germinales se divisaient au sein d'un protoplasme commun, et que le protoplasme voisin des noyaux des spermatoblastes se modifiait et se distinguait de l'autre partie. Sans avoir reconnu l'origine et la valeur de ce protoplasme clair des spermatoblastes, il a pourtant indiqué la distinction à faire entre les deux protoplasmes, qui seront, l'un le protoplasme caduc, et l'autre le protoplasme propre des spermatoblastes.

Sur le nombre des divisions cinétiques successives des spermatoblastes, Sanfelice ne dit rien.

Quant à la présence *constante* à la périphérie de l'ampoule des cellules germinales, j'aurai l'occasion d'y revenir, à propos des cellules dites *basilaires.*

II. — Transformation des Tritospermatoblastes en Spermatozoïdes

Semper (*loc. cit.*) s'est peu étendu sur la série des transformations qui des petits spermatoblastes font des spermatozoïdes. Il se borne à indiquer les traits généraux les plus superficiels, les plus apparents du processus.

Les noyaux des spermatoblastes deviennent d'abord granuleux, à gros grains, puis ils prennent l'aspect réfringent et se rapetissent. Ensuite ils s'allongent et prennent la forme de croissants irréguliers, puis de bâtonnets qui s'étirent de plus en plus, se recourbent légèrement en S, et se groupent tous dans une zone toujours plus limitée de l'intérieur de la cellule dite ***recouvrante***. Ces spermatozoïdes se juxtaposent, se rangent les uns à côté des autres, et se rapprochent progressivement en un faisceau serré. Ils ont acquis une queue ondulée.

La tête provient, sans aucun doute, du noyau du spermatoblaste. Elle se colore vivement par l'hématoxyline et les colorants nucléaires.

Quant à la queue, Semper ***n'est pas fixé*** sur son origine. Comment naît-elle ? Cela est obscur pour lui (***bieb mir unklar***). Mais vraisemblablement elle résulte d'un simple allongement de la cellule [1] (***warscheinlich nur durch die auswachsende Zelle***).

Semper ne s'est pas préoccupé du mécanisme des déplacements des ***spermatozoïdes***, des causes de leur disposition en faisceau, etc.

La Valette St-George a vu également les noyaux des spermatocytes fournir la tête du spermatosome (spermatozoïde) en se condensant et s'allongeant. Il a distingué dans le spermatozoïde presque mûr chez *Galeo cane* et chez *Raja clavata*, la tête ondulée en spirale, puis une partie plus claire, comprise dans un

[1] De La Valette Saint-George : *Dissertatio de spermatosomatum evolutione in Plagiostomis Bonnæ*, 1878.

petit globule de protoplasme (segment moyen des auteurs), et enfin un filament terminal.

Il a vu sur l'un des côtés du noyau, chez *Rajabatis*, une dépression occupée par une sorte de saillie en forme de vésicule (*eine bläschenförmige Aushöhlung*)[1]. C'est là la dépression due à la première vésicule, dépression que j'ai notée, qui résulte de la première vésiculation d'un ou plusieurs grains de nucléïne du noyau et qui fait saillie à la surface (Pl. IV, fig. 7, 8, 28, 29; Pl. IX, fig. 1, 6, 7, 8, 16, 18, 19, 20). Cela peut être encore la dépression qui correspond à la queue du noyau pyriforme dans un stade plus avancé, dépression qui sera occupée par la pointe céphalique incolore. Ensuite le noyau s'allonge, et il apparaît une petite saillie à son extrémité supérieure (pointe céphalique).

Sur un point opposé de la périphérie de la cellule naît un prolongement filiforme du protoplasma qui se met en rapport avec le noyau, et produit le filament caudal. La tête continue à s'allonger et se replie, pour se contourner en tire-bouchon et enfin se redresser.

Balbiani[2] et Sabatier[3] (1882) se sont peu préoccupés de l'histogenèse propre du spermatozoïde, comme provenant d'un spermatoblaste ou spermatocyte.

Néanmoins, il faut dire que Balbiani pense que la tête du spermatozoïde ne naît pas du noyau du spermatoblaste, mais d'un *globule céphalique* prenant naissance dans le protoplasme à côté du noyau.

Ce globule céphalique s'allonge en un bâtonnet qui pousse un filament vers le centre de l'ampoule. Le spermatozoïde est ainsi constitué dans la cellule pédonculée, dont son filament caudal traverse la paroi.

C'est là une vue qui ne saurait être soutenue. La tête du sper-

[1] De La Valette Saint-Georges; Article *Hoden* dans Stricker (*Handbuch, der Lehre von den Geweben*, 1871).

[2] Balbiani; *loc. cit.*

[3] Sabatier; *loc. cit.*, 1882.

matozoïde est formée par le noyau ; le segment moyen et le filament, par le protoplasme.

Sabatier a pensé que le noyau en s'allongeant formait la tête, et le protoplasme en s'effilant la queue des spermatozoïdes.

Hermann[1] a recherché au contraire avec beaucoup de soin comment se constituait le spermatozoïde aux dépens des spermatoblastes. Il y consacre un chapitre étendu de son Mémoire.

Les spermatoblastes sont venus se placer dans la zone la plus superficielle de la *cellule-mère* (spermatogemme, cône tronqué), où ils forment, en se juxtaposant sur une seule couche, la paroi d'un tube rempli d'un protoplasme granuleux (mon protoplasme caduc) qui déborde comme un mince manchon le tube formé par les spermatoblastes.

Voici comment se modifient les spermatoblastes, sur *Squatina angelus* :

Les noyaux des spermatoblastes diminuent de volume et prennent un aspect homogène et réfringent. Ils se colorent plus vivement qu'auparavant.

Dans le corps de la cellule apparaît un petit corps ovoïde, qui paraît être une condensation du protoplasme clair. C'est le *corpuscule précurseur* qui n'a qu'une existence transitoire, et ne prend aucune part à la formation du spermatozoïde. Ce corps, non colorable et très distinct du noyau, se fond dans une petite zone granuleuse et disparaît bientôt.

Hermann seul a vu ce corpuscule précurseur ; pour ma part, je n'ai rien vu de semblable, et je suis disposé à penser que c'est un pur accident de préparation.

Puis à la surface du noyau paraît une saillie, le *nodule céphalique*, sous forme d'un petit disque circulaire à bord foncé et à centre clair. Vu dans une incidence oblique, il offre l'aspect d'une petite vésicule. Il déprime un peu la surface du noyau.

En même temps apparaît une petite barre rectiligne qui est en

[1] Hermann ; *loc. cit.*

contact avec le noyau par son extrémité centrale, et qui va jusqu'à la superficie de la cellule par son extrémité périphérique. C'est le ***segment moyen*** du spermatozoïde. Il se termine à la périphérie par un petit ***renflement terminal***. Cette barre ou segment moyen est un peu granuleuse, et ne se ***colore pas*** par les réactifs. Elle est contiguë au noyau, mais non continue, car elle peut s'en détacher. Elle apparaît de ***toutes pièces***, et par ***genèse***, au sein du corps cellulaire du spermatoblaste.

Du renflement terminal part un filament très fin, le ***flagellum*** ou ***filament caudal***, s'étendant ***entièrement*** en dehors du spermatoblaste dans le cylindre central de la cellule-mère.

Les nodules céphaliques regardent la périphérie de la cellule-mère, et les filaments partant du noyau en un point opposé de ce dernier se dirigent vers le cylindre central et font saillie dans la cavité de l'ampoule.

Les filaments caudaux ne résultent pas d'un clivage du cylindre protoplasmique central. Ils apparaissent en même temps que le segment moyen et naissent comme ce dernier par ***genèse***, mais dans le cylindre central.

Alors le petit disque céphalique s'étend en surface; ses bords se rabattent autour du noyau, et forment là un cone évasé à sa base à bords légèrement renversés en dehors, et à sommet déprimé, qui est la ***coiffe céphalique***, laquelle est très réfringente.

A partir de ce moment, le noyau s'allonge suivant l'axe de la coiffe, qui s'allonge à son tour, et qui tend peu à peu à le recouvrir entièrement.

Le segment moyen s'allonge également.

Le noyau et la coiffe accentuent leur forme allongée, et au sommet déprimé de la coiffe se produit une petite saillie ou ***pointe céphalique***, réfringente comme la coiffe et de même nature qu'elle, dont elle est le prolongement.

Le corps cellulaire abandonne la périphérie du noyau, qui se limite à un étroit manchon autour du segment moyen.

Le cylindre de protoplasme de la cellule mère ***disparaît*** (ayant sans doute servi à former les queues des spermatozoïdes).

Ensuite la pointe céphalique se contourne en tire-bouchon et la tête se contourne régulièrement en hélice.

Le segment moyen, qui est devenu une *barre droite* légèrement aplatie et sans réfringence, perd le corps cellulaire qui l'enveloppait.

Enfin le faisceau spermatique, qui s'est peu à peu formé, se resserre. Il devient cylindrique, et son extrémité céphalique repose sur le noyau basilaire.

Si l'on se reporte aux résultats de mes recherches, il est aisé de voir en quoi les données d'Hermann se rapprochent ou s'éloignent de celles qui me sont propres.

J'ai dit que je n'ai rien vu qui correspondît au *corpuscule précurseur* d'Hermann. Je crois que tel a été l'avis de ceux qui ont, depuis le travail d'Hermann, fait des recherches sur ce sujet.

Quant au *nodule ou disque céphalique* avec son centre clair, qui déprime la surface du noyau, j'y retrouve facilement les premiers grains de nucléïne vésiculisés et décolorés, et sur les parois desquels se disposent des grains réfringents de nucléïne.

J'ai démontré l'existence de ces parties à l'extrémité céphalique du noyau. Hermann a cru que ce disque s'élargissait, se rabattait autour du noyau, et s'étendait sur les parties latérales du noyau pour former la *coiffe céphalique*.

J'ai au contraire démontré (Pl. IV, fig. 9, 25, 28, 29, 30; Pl. VII, fig. 10, 11; Pl. VIII, fig. 16, 17, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37; Pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13) que c'était à des vésiculisations successives de grains nucléïniens avec dépôt de grains à la surface qu'était due cette espèce de manchon entourant le noyau et la tête du spermatozoïde.

Il n'y a donc pas de *nodule céphalique* proprement dit, mais une simple modification des grains nucléïniens superficiels du noyau.

Quant au *segment moyen* de Hermann, je ferai remarquer que cet auteur n'a pas vu que c'était l'effet d'un feutrage et d'une condensation du réticulum protoplasmique dans l'axe du corps cellulaire déjà allongé et excentriquement situé, ce n'est donc pas une

partie qui apparaisse de *toutes pièces* et par *genèse*. C'est le résultat d'une modification du réticulum protoplasmique.

Hermann n'a pas observé ce processus de concentration, ni les grains de poussière chromophile répandus sur son parcours; mais il a constaté la constance du *renflement terminal*, qui n'est que ce que j'ai appelé le *grain caudal*.

Hermann n'a pas vu que le flagellum n'était que la continuation de la partie centrale du segment moyen, c'est-à-dire le réticulum protoplasmique feutré, condensé et étiré.

Il l'a pris à tort pour le produit, par voie de genèse, du protoplasme central de la cellule-mère (mon protoplasme caduc).

Il a bien noté la disparition de ce protoplasme central, mais il n'a pas remarqué qu'il se rétractait vers la base de la pyramide tronquée, et il n'a pas déterminé son rôle dans la constitution définitive du faisceau des spermatozoïdes.

Il a appelé *coiffe céphalique* le recouvrement formé autour de la tête par son nodule céphalique, c'est ce que j'ai appelé *manchon céphalique*, réservant le nom de *coiffe céphalique* à ce qu'il appelle la *pointe céphalique*, dont il n'a indiqué ni la nature, ni l'origine.

Hermann a vu persister autour de la tête une sorte de bord ou de contour très fin. Il s'est demandé s'il ne fallait pas l'attribuer à une mince couche de protoplasme cellulaire restant appliquée sur la tête du spermatozoïde. Ce contour n'est autre que sa coiffe céphalique étendue à toute la longueur du noyau, et provenant même du noyau. C'est mon *manchon céphalique* formé de vésicules nucléaires décolorées.

On voit qu'Hermann a porté l'analyse du processus de formation du spermatozoïde bien plus loin que ses devanciers, et qu'il a reconnu quelques détails remarquables et importants de cet élément; mais il s'est mépris parfois sur la nature et le commencement du processus, et, cédant à l'idée de *genèse*, il a méconnu les liens de filiation de quelques-uns des éléments du spermatozoïde avec des éléments existant déjà dans la cellule ou spermatoblaste.

Jensen [1] a étudié la transformation des spermatocytes en spermatozoïdes chez *Raja clavata* et *R. vomer*, sur des éléments frais et sur des préparations traitées par l'acide osmique à 1 °/°.

Les noyaux et le protoplasme cellulaire des spermatogonies et des spermatocytes ainsi observés sont complètement *homogènes* (!).

En se divisant, les spermatocytes diminuent de volume. Ensuite il naît du protoplasme cellulaire un court filament fort grêle. C'est la queue future qui a échappé à Hermann à cette phase.

Je note, en passant, que Jensen attribue à ce filament une naissance trop précoce ; il ne naît qu'après que le noyau a subi des modifications notables, et que le protoplasme s'ést décentré.

Au début, dit Jensen, le filament ne part que du protoplasme, et n'est pas uni au noyau. Plus tard, il se forme, à travers le protoplasme, un prolongement qui va jusqu'au noyau.

Au stade suivant, le filament se prolonge le long de la surface du noyau (!) et se termine sur le noyau par un petit bouton.

Je fais remarquer que le filament ne côtoie *jamais* le noyau, mais qu'il s'en éloigne directement. Il est évident pour moi que Jensen a pris pour un prolongement interne du filament la vue de profil de l'enveloppe du manchon vésiculaire. Ses figures 49, 50, 53, 55, se rapportent parfaitement à mes figures. (Pl. IV, fig. 28, 29, 30. Pl. IX, fig. 21, 22). Les figures 50,55 répondent aussi fort bien à ma Pl. IX, fig. 24, où l'on aperçoit dans le protoplasme un filament accessoire destiné à disparaître et à céder le pas au filament principal.

La portion du filament comprise dans le corps cellulaire est plus épaisse que l'autre. Le petit bouton initial a disparu.

Jensen ne s'est pas rendu compte de la structure et de l'origine de ce filament intra-cellulaire qui correspond au segment moyen. Il n'a pas vu que c'était une portion condensée du réticulum protoplasmique, sur le trajet duquel étaient des grains chromophiles. Il a cependant vu un de ces grains sous forme de bouton, au point

[1] Jensen ; *loc. cit.*

de contact avec le noyau, et il affirme de plus, avec raison, que, malgré les apparences, cette partie du filament n'est pas formée aux dépens du noyau. Le filament n'est pas non plus formé simultanément, et de toutes pièces dans la masse centrale du spermatogemme et à ses dépens ; il sort en réalité *peu à peu* du protoplasme cellulaire du spermatocyte.

Mes observations confirment bien, à cet égard, celles de Jensen.

Quant au noyau, il est devenu plus petit et ovalaire. A l'une de ces extrémités apparaît une dépression, et il est recouvert autour de la dépression par une couche épaisse très réfringente. Dans la dépression est une gouttelette de substance pâle et non chromophile, dont l'élimination est suivie de la condensation en ce point du noyau, condensation que produit la couche réfringente.

On reconnaît là une description imparfaite de l'état pyriforme avec coiffe céphalique pointue, que j'ai figurée. (Pl. IV, fig. 5, 9, 15 ; Pl. VIII, fig. 27, 28, 29 ; Pl. IX, fig. 1, 2, 6, 7, 8, 11, etc.).

Jensen n'a pas reconnu que ces états étaient dus à des vésiculisations des parties nucléiniennes situées à la surface du noyau, et au dépôt de grains nucléiniens à la face interne de ces vésicules. Il attribue la gouttelette à une petite portion de la substance *achromatique* du noyau, qui est *éliminée*. On a vu que je considérais au contraire ces vésicules comme dues à une vésiculisation de quelques portions *chromatiques* du noyau qui perdaient ensuite leur affinité pour les colorants (Pl. VIII, fig. 4, 5, 6 ; Pl. IX, fig. 1, 6, 7, 8). La gouttelette de Jensen est proprement la pointe céphalique d'Hermann ou la coiffe céphalitique que j'ai décrite et représentée sur mes figures comme composée d'une ou plusieurs petites vésicules décolorées.

La partie déprimée et la couche très réfringente croissent et s'allongent en un cylindre, à l'extrémité duquel on voit encore la gouttelette pâle.

Le noyau est composé alors de deux moitiés, l'une antérieure à paroi plus épaisse et réfringente, et l'autre postérieure plus pâle. Les deux moitiés sont nettement séparées l'une de l'autre.

Je ne vois pas clairement ce que l'auteur a voulu désigner par ces deux moitiés du noyau ; et ces figures sont loin de dissiper cette obscurité. Je suppose cependant que cette description se rapporte aux formes dessinées par moi (Pl. VIII, fig. 27, 28, 29, 31, 32, 33). Mais je ne puis m'empêcher de penser que, dans ses fig. 55 et 56, Jensen n'a pas reconnu que la portion postérieure *a'* était une partie du noyau encore recouverte par le protoplasme allongé, comme dans mes fig. 31, 32, 33. Pl. VIII.

Ce qui le prouve d'ailleurs, c'est que Jensen dit que cet hémisphère du noyau diminue plus tard, se réduit à un petit élément et finit par disparaître entièrement. Nous savons, en effet, que c'est le sort du protoplasme ovalaire qui recouvre pendant quelque temps la portion postérieure du noyau ; mais qu'aucune portion de ce dernier ne disparait à cette phase du développement du spermatozoïde. *Tout* le noyau restant après les vésiculisations du début s'allonge en un cordon mince pour former la tête. Jensen pense à tort que l'hémisphère antérieur de ce noyau seul s'allonge ainsi en cordon pour former la tête. C'est là une grande erreur.

Jensen a remarqué la forme *enroulée* du cordon ou tête qui avait échappé à Hermann. Ces enroulements, tels que les a représentés Jensen, sont cependant exagérés; et je suis disposé à y voir des déformations dues aux manœuvres de dissociation. J'ai remarqué et dessiné les formes les plus accentuées que j'ai trouvées dans mes très nombreuses préparations. (Pl. VIII, fig. 32, 33, 34, 36, 37 ; Pl. IX, fig. 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 14). Elles sont loin de présenter la complication de celles qu'a dessinées Jensen.

Le cordon devient la tête du spermatozoïde, qui, d'après Jensen et à tort, serait toute entière formée par la partie antérieure du noyau recouverte par la couche réfringente primitive.

Quant au filament, sa partie épaisse (segment moyen), d'abord adhérente au noyau dans toute sa longueur (erreur), s'en détache et n'adhère plus que par un point, mais ces deux parties font encore un angle (erreur).

Puis la tête en cordon se redresse et se place dans la même direction que le filament ; et elle se contourne en spire.

Le protoplasme cellulaire s'allonge et forme une couche autour de la tête et de la partie épaissie du filament. Cette couche diminue ensuite et disparaît progressivement d'avant en arrière.

La partie épaissie du filament *s'épaissit encore* (*l*), *devient droite* et moins réfringente. Elle ne se colore pas.

Jensen la désigne comme *pièce intermédiaire*.

Enfin le faisceau de spermatozoïdes se rétrécit, se resserre ; et ce processus est en rapport avec la disparition d'avant en arrière de la couche protoplasmique qui entoure chaque spermatozoïde.

L'épaississement tardif du segment moyen ou pièce intermédiaire, signalé par Jensen, est une pure illusion due à ce que le filament apparaît alors entouré seulement de sa gaine de petites vésicules claires, au lieu d'être englobé dans la masse entière du protoplasme (Comparez Pl. VIII, fig. 34, 35, 36, 37 et Pl. IX, fig. 14, 15, avec Pl. VI, fig. 4 et 5).

Jensen ne s'est pas rendu compte de l'action du protoplasme caduc dans le rapprochement des spermatozoïdes et dans leur groupement en faisceaux de plus en plus serrés.

Il n'a pas vu clairement le manchon hyalin enveloppant la tête dans toute sa longueur, mais il l'a du moins soupçonné quand il décrit une membrane extrêmement mince détachée sur plusieurs points de la tête. Il se demande si elle représente la membrane nucléaire persistante ou si elle est un reste du protoplasme cellulaire. Nous savons qu'il y a là à la fois la membrane nucléaire, et les parois des vésicules périphériques du noyau, mais parois confondues et très amincies.

Malgré ses lacunes et ses erreurs, la description de Jensen a constitué un progrès, sur quelques points du moins de l'histogenèse du spermatozoïde des Sélaciens.

Voici les données de Swaen et Masquelin [1], sur le point spécial de la formation du spermatozoïde.

Dans le spermatogemme, les spermatocytes se disposent à la

[1] Swaen et Masquelin ; *loc. cit.*

périphérie, tandis qu'au centre *se creuse* une cavité centrale paraissant d'abord vers le sommet. C'est la *loge ou cavité caudale.*

Sur une coupe transversale, il y a 8 spermatocytes disposés autour de la cavité caudale. Ces cellules sont claires et ont un petit noyau à forme pelotonnée. Elles sont unies par la substance intercellulaire (mon protoplasme caduc, ou protoplasme indivis de la cellule-mère).

Les premières modifications portent sur le noyau. Les filaments chromatiques se condensent en un corpuscule brillant, sphérique très colorable et destiné à devenir la *partie essentielle* de la tête du spermatozoïde. Ils appellent *nématoblaste* la cellule ainsi constituée, et *nématogemme* l'ensemble de ces éléments, au nombre de 64 ou 65 environ, supportés par la cellule basilaire.

Les spermatocytes devenus nématoblastes restent orientés par la loge caudale dans laquelle s'engagent leurs queues. Toutes les extrémités caudales des corps y aboutissent et la délimitent. Quel que soit le développement des nématoblastes, c'est cette loge d'abord, puis le faisceau des queues qui est une des causes principales de leur orientation.

Les auteurs ne se sont pas appliqués à l'étude des premières phases de la transformation des spermatocytes en spermatozoïdes; et ils s'en rapportent, sauf vérification, aux détails fournis par Hermann à ce sujet. Mais de leurs observations ils concluent :

a) Que la tête des spermatozoïdes est munie d'une *pointe* semblable à celle des spermatozoïdes de Salamandre. C'est une pointe ou coiffe céphalique.

b) Que cette tête n'est pas *seulement constituée* par *le noyau* du nématoblaste allongé en fibre mais encore par une *enveloppe protoplasmatique continue*, réduite à une couche excessivement fine étroitement appliquée à la surface de la fibre nucléaire. Dans les nématoblastes mûrs de *Scyllium*, la gaine protoplasmique ou kyste s'est confondue avec le filament nucléaire céphalique.

c) Que cette gaine protoplasmique *se continue* avec une gaîne semblable un peu épaisse qui, dans le corps du spermatozoïde (segment moyen), enveloppe le filament axial.

Il y a là une série d'inexactiudes, que je dois relever avant de poursuivre cet exposé.

Il y a, en effet, une pointe céphalique, mais les auteurs n'en indiquent ni l'origine ni la nature.

La prétendue enveloppe protoplasmique de la tête n'est point un reste du protoplasme cellulaire, mais une gaine formée par la vésiculisation des parties superficielles du corps nucléïnien. Cette gaine ne se continue pas avec celle du segment moyen et ne lui est pas semblable, car cette dernière est vraiment un reste du protoplasme.

Aussi donc, contrairement à ce qu'ont pensé Swaën et Masquelin, la tête est formée par les parties du noyau, et le protoplasme n'y a aucune part.

Les nématoblastes, disent nos auteurs, sont plongés dans le protoplasme ou substance intercellulaire du spermatogemme, mais cette substance se confond, se fusionne complètement avec le protoplasme de la cellule basilaire, et c'est dans ce protoplasme que sont plongés les têtes et les corps de tous les nématoblastes, Mais comment se fait-il alors que le faisceau de nématoblastes, reposant d'abord sur le noyau de la cellule basilaire, se trouve plus tard sur un côté de ce noyau. C'est, disent nos auteurs, que le faisceau des spermatoblastes n'est pas perpendiculaire mais oblique, et que le protoplasme de la cellule basilaire, d'abord fort réduit, se développe d'une façon continue, qu'il enveloppe les têtes, les corps des nématoblastes, qu'il les groupe, les dirige et les amène peu à peu au voisinage du noyau basilaire.

Swaen et Masquelin, on le voit, ont bien distingué entre le protoplasme caduc ou substance intercellulaire du spermatogemme, au début, et celui des cellules basilaires; mais ils ont eu le tort de croire que ces deux protoplasmes se fusionnaient. Nous reviendrons là-dessus dans le chapitre relatif à l'histoire des cellules basilaires.

Sanfelice[1] s'est peu étendu sur le processus de formation des spermatozoïdes.

[1] Sanfelice; *loc. cit.*

Pour lui, les noyaux provenant des petits asters se présentent sous la forme d'une sphère dont l'un des hémisphères est parfois plus vivement coloré que l'autre. Quelques-uns présentent clairement deux orifices, d'autres un seulement situé sur l'hémisphère le plus coloré. Quand les noyaux sont jeunes, la différence de coloration des deux hémisphères n'existe pas.

Il est bon de faire remarquer que, pour Sanfelice, le noyau du petit spermatocyte (mon tritospermatoblaste) n'est pas revenu à l'état parfait de noyau quand commence sa transformation en spermatozoïde. Il est, dit-il, à l'état d'aster; mais pour lui ce terme correspond à une couronne polaire de fragments nucléïniens disposés en rayons et non encore réunis en peloton nucléïnien. C'est là une erreur. Le noyau du tritospermatoblaste s'est bien reformé à l'état quiescent, quand vont commencer les modifications spéciales qui doivent produire le spermatozoïde.

Avant d'aller plus loin, je fais remarquer que cette description du noyau, que Sanfelice prend pour un aster, se rattache à la phase pyriforme du noyau dans laquelle (Pl. VIII, fig. 27, 28, 29). l'hémisphère céphalique est recouvert d'un capuchon à grains très chromophiles qui font défaut dans l'autre hémisphère. L'orifice que Sanfelice a cru voir dans l'hémisphère coloré n'est autre chose que la dépression occupée par la pointe céphalique incolore. L'auteur n'a vu que l'aspect général des parties sans se rendre compte de leur constitution et de leur genèse.

D'après Sanfelice, l'hémisphère pâle est appelé à fournir la queue, et l'hémisphère coloré la partie antérieure du spermatozoïde. Le protoplasme cellulaire n'a donc, d'après lui, aucune part à cette formation. C'est là une grave erreur.

Ces noyaux s'allongent, dit Sanfelice, et au pôle antérieur se voit toujours une petite échancrure qui correspond au centre du petit aster. Je pense que Sanfelice veut désigner par là l'échancrure occupée par la pointe céphalique incolore.

Quand commence l'allongement, à la partie postérieure on observe un filament qui se *colore bien* (!) et qui est l'origine de la queue.

Ces noyaux sont toujours entourés d'un protoplasme commun. Selon l'auteur, la partie la plus vivement colorée du noyau provenant du petit aster correspondrait au capuchon céphalique d'Hermann. (Il a raison).

Cette assertion que la queue se colore bien, est de nature à nous montrer que Sanfelice n'a observé que le segment moyen (alors qu'il prétend que ce segment est invisible sur les préparations colorées), car nous savons qu'à son origine le filament est accompagné de nombreux granules chromophiles. Il ressort également de là que Sanfelice n'a pas distingué le corps cellulaire des petits spermatocytes, car il les considère comme des asters, et il n'a pas vu les modifications de ce corps cellulaire, et sa présence autour du filament central du segment moyen, qu'il prend pour le filament caudal tout entier.

Sanfelice n'a pas observé le corpuscule précurseur d'Hermann. Je ne l'ai pas vu également.

La tête des spermatozoïdes complètement développés est assez longue, et est ou courbée ou en spire.

Dans les préparations colorées, on ne distingue pas le segment moyen (*tratto mediano*).

De tout cela, Sanfelice conclut que : les spermatozoïdes naissent directement des petits asters (couronnes ou plaques polaires) et ne sont ***donc pas équivalents à une cellule, mais à un noyau.***

La partie colorée du spermatozoïde provient de la substance chromatique du noyau, et la partie non colorée provient de la substance achromatique.

Je n'ai pas besoin de dire que je repousse entièrement cette conclusion, et pour quelles raisons.

III. — Formation et signification des cellules dites basilaires et des corps problématiques.

Voici un des points de la spermatogenèse des Sélaciens qui a le plus embarrassé mes prédécesseurs, et qui a suscité les explications les plus bizarres et les plus singulières. On sait comment j'ai

résolu cette question, qui a si fort excité et parfois découragé l'attention des chercheurs.

A la base des colonnes de protospermatoblastes et appliqués sur la paroi interne de la membrane de l'ampoule, on voit inopinément apparaître des noyaux uniformément et régulièrement distribués, et paraissant correspondre chacun à la base de l'une des colonnes et en être pour ainsi dire le soubassement et le soutien. Ces cellules ont reçu des dénominations diverses, parmi lesquelles j'emploie de préférence celle de cellules *basilaires*, qui ne préjuge rien sur leur signification et sur leur origine, et qui n'a trait qu'à leur situation à la base des colonnes de spermatoblastes et plus tard des faisceaux de spermatozoïdes.

Ces noyaux sont entourés d'une zone de protoplasme mince, qui est si peu apparent au début qu'on en a méconnu l'existence. Ces noyaux, d'abord plats, grandissent, et leur masse protoplasmique grandit avec eux.

A mesure que le protoplasme indivis du spermatogemme dans lequel est plongé le faisceau de spermatozoïdes se rétracte et que ce faisceau se resserre, le protoplasme grandissant de la cellule basilaire s'insinue dans l'intervalle laissé libre entre ces faisceaux rétrécis et amincis. Aussi le noyau basilaire est-il entraîné et attiré sur les parties latérales du faisceau de spermatozoïdes. Ce résultat se produit d'autant plus activement que le noyau basilaire se divise amitotiquement et tend à occuper un espace plus étendu. L'un des noyaux reste externe voisin de la membrane de l'ampoule, l'autre devient interne et s'élève entre les faisceaux de spermatozoïdes. Ainsi donc, dans les intervalles pyramidaux ou coniques laissés entre les faisceaux, il se forme des pyramides protoplasmiques renfermant deux noyaux ; et les faisceaux de spermatozoïdes sont rejetés sur les côtés de ces pyramides.

Que sont ces pyramides à deux noyaux ? Nous avons vu que la naissance des noyaux basilaires remonte bien plus haut qu'on ne l'a cru d'après les apparences. Leur apparition n'est donc ni brusque, ni inopinée. De bonne heure, les noyaux aplatis de la membrane de l'ampoule se multiplient et grossissent, soulevant

une lame délicate de cette membrane vers la cavité de l'ampoule. Ces noyaux multipliés constituent des noyaux-germes, ou germes de remplacement pour la future génération de spermatozoïdes qui doit succéder à la génération actuelle.

Ces noyaux-germes ont leur atmosphère de protoplasme d'abord très mince. Comme *tous* les noyaux-germes du testicule chez tous les animaux, ils se divisent par voie directe, et il résulte de là deux noyaux plongés dans un protoplasme commun. Cette seconde génération de noyaux-germes entre donc en activité exactement comme l'a fait la première; mais, tandis que pour celle-ci, les divisions amïtotiques continuent et se succèdent jusqu'à ce que soient formées les colonnes de protospermatoblastes de quinze noyaux environ, cette seconde génération au contraire est arrêtée dans son activité par la pression des jeunes ampoules qui tendent à expulser les anciennes, c'est-à-dire celles qui ont fourni une première génération de spermatozoïdes ; aussi les colonnes nouvelles de noyaux-germes restent-elles à l'état rudimentaire et réduites à deux noyaux ; et ceux-ci, loin de se transformer en protospermatoblastes, ce qui constituerait pour elles un perfectionnement, restent à l'état de noyaux situés dans une masse indivise de protoplasme.

En outre, sous l'influence continue et croissante des causes qui les gènent dans leur vitalité, ces noyaux tendent à s'altérer et à subir pour leur corps nucléïnien la vésiculisation et la décoloration, et pour leur protoplasme, l'altération, la dégénérescence, et la désagrégation.

Le noyau interne le plus comprimé, et le plus éloigné de la membrane et par conséquent des sources nutritives, s'altère le premier et devient le corps *problématique* de Semper. L'autre s'altérera plus tard, se désagrègera et se résorbera à son tour.

Cette différence dans les époques relatives où se fait la dégénérescence pour chacun des deux noyaux, établit de bonne heure entre eux des différences *d'aspect* et de constitution qui ont certainement empêché les auteurs de saisir leurs liens généalogiques.

Ces deux noyaux sont donc les noyaux-germes de la deuxième

génération, et ils proviennent des noyaux de la membrane de l'ampoule. Avec leur protoplasme commun, ils constituent le spermatogemme avorté de la deuxième génération.

Le protoplasme commun à ces deux noyaux forme une colonne ou plutôt une pyramide comme celui des premiers spermatogemmes, mais il s'élève moins haut dans la cavité de l'ampoule, parce qu'il est arrêté dans son développement.

Ce protoplasme du second spermatogemme ne se confond pas, malgré les apparences, avec celui du premier spermatogemme. Ces deux éléments ont d'ailleurs des destinées différentes qui manifestent leur indépendance.

Le protoplasme du premier spermatogemme ou protoplasme caduc se rétracte, se resserre vers la membrane de l'ampoule, c'est-à-dire vers la base du spermatogemme, rapprochant et resserrant le faisceau des spermatozoïdes, et enfin, il se résorbe et se désagrège, mettant ce dernier en liberté. Pendant ce temps, le protoplasme du deuxième spermatogemme se développe, ou tout au moins conserve ses dimensions et ses apparences, et persiste dans la cavité de l'ampoule, comme un cône saillant dont la base s'étale de manière à atteindre les bases des cônes congénères et à occuper toute la paroi de l'ampoule.

Ce n'est que plus tard, et quand l'ampoule aura expulsé tous les faisceaux des spermatozoïdes, que la réduction et la désagrégation de ces seconds spermatogemmes se manifestent nettement.

Il y a donc là une distinction qui s'impose et qui est une des clefs du problème qui se posait à propos des noyaux basilaires et des corps problématiques.

J'ai tenu à résumer les résultats de mes recherches sur ce point, parce que je les considère comme très positifs, et comme apportant une solution définitive à un problème très discuté et très délicat, auquel on a donné des solutions très diverses et très étranges, ainsi que le prouvera l'exposé que je vais en faire.

L'énoncé que je viens de faire de mes vues propres servira à la critique des vues d'autrui, et me dispensera d'entrer à cet égard dans de grands détails.

Voici ce que dit *Semper*[1] des cellules basilaires et des corps problématiques.

Sur des ampoules, le faisceau des spermatozoïdes est plongé vers sa portion externe dans une enveloppe granuleuse, qui vers la paroi du follicule se *confond* avec les *cellules granuleuses* déjà décrites par *Hallmann*. Ces cellules, que Semper appelle *cellules recouvrantes* (Deckzellen) ou *cellules de recouvrement*, ont un noyau, grand ovale, se colorant peu par l'hématoxyline, et situé très régulièrement entre la base du faisceau des spermatozoïdes et la paroi interne de l'ampoule. Le faisceau est à cette époque exactement situé sur le milieu du noyau. Plus tard, le faisceau est situé sur le côté du noyau de la cellule recouvrante. Les faisceaux de zoospermes ont donc été repoussés latéralement.

Si, regardant l'ampoule de face, on plonge la lentille de l'objectif plus profondément, on voit, à travers le noyau de la cellule recouvrante, un second corps très nettement délimité, qui est situé *sur le côté* du faisceau des spermatozoïdes, et qui produit tout à fait l'impression d'un *noyau*. Ce corps est d'abord *petit et sphérique*; il s'enfonce vers le centre de l'ampoule, lorsque les faisceaux de spermatozoïdes commencent à perdre leur position concentrique par rapport aux cellules recouvrantes, et il a atteint sa plus *grande longueur et épaisseur*, lorsque chaque faisceau est entièrement rejeté sur le côté, de manière à reposer non sur une de ces cellules, mais entre deux de ces cellules. Ces corps sont *toujours situés du même côté* que le noyau de la cellule recouvrante. Ils sont entourés comme eux de la même substance granuleuse, et occupent une zône très régulière correspondant environ au milieu de la partie céphalique du faisceau. Ils ne se colorent ni dans le carmin, ni dans l'hématoxyline. Ils ne se dissolvent pas plus dans l'acide acétique que dans l'éther et l'essence de thérébentine; ils ne peuvent par conséquent être des corps graisseux. La grande régularité de leur forme et de leur disposition, aussi bien que leur première apparition dans des ampoules presque mûres, permet

[1] Semper; *loc. cit.*

d'admettre qu'ils sont, en quelque manière, en relation avec les derniers perfectionnements de ces ampoules, ou peut-être avec la ***séparation des faisceaux de spermatozoïdes*** d'avec les cellules recouvrantes qui leur adhèrent.

L'appréciation de leur rôle et de leur but final constitue un problème à peine soluble. (kaum zu lösende Aufgabe). Ce qui seulement est certain, c'est que leur importance doit être très temporaire; en effet, après la chute des faisceaux des spermatozoïdes, ils se rapprochent de la lumière de l'ampoule, et, même après que celle-ci s'est vidée, ils persistent encore quelque temps, situés sur l'extrémité inférieure des cellules recouvrantes granuleuses. Mais ils disparaissent ensuite rapidement, tandis que les cellules recouvrantes avec leurs gros noyaux, et souvent encore régulièrement disposées, restent longtemps inaltérées dans ces ampoules vidées. Alors on voit également que les cellules recouvrantes granuleuses se sont allongées, sont devenues ***coniques***, et sont ***aussi longues et même plus longues*** que la partie céphalique des faisceaux de spermatozoïdes.

Semper n'a donc aucune idée de l'origine possible des corps problématiques. Quant à celle des noyaux recouvrants, il est aussi très loin d'être fixé. Il n'est pas douteux, dit-il, que toujours le noyau recouvrant est étroitement uni à la substance granuleuse de la cellule, même conique, des spermatoblastes. On ne peut trouver de limite entre les deux, et après la déplétion du follicule, il est situé très certainement dans la cellule conique granuleuse. Il est donc naturel de penser qu'il résulte d'une transformation de la série la plus externe des noyaux ronds, nés par bourgeonnement; et il serait par suite morphologiquement ***l'équivalent exact des spermatoblastes***. Semper avoue cependant n'avoir jamais observé cette transformation.

Dans les ampoules ayant des colonnes de 4 ou 5 noyaux ronds, il n'a vu ni de tels noyaux de cellules recouvrantes, ni remarqué des tendances à une transformation de la série externe des cellules rondes.

Dans les ampoules à colonnes de 6 cellules rondes, on peut toujours facilement apercevoir les cellules recouvrantes, et on les reconnaît dès le début par leur transparence, par leur aspect peu granuleux, et par une faible affinité pour l'hématoxyline. On serait par là conduit à penser qu'elles proviennent des petits noyaux (cellules à forme épithéliale de Semper) de l'ampoule primitive. Mais, même sur ce point, je n'ai, dit-il, aucun fait certain à produire; et, en outre, il reste tout au moins ce fait inexpliqué que ce noyau, dans le follicule entièrement développé, appartient bien positivement à la cellule conique qui renferme le faisceau de spermatozoïdes.

Je me borne ici à de courtes réflexions.

Semper n'a pas connu l'origine et la signification des cellules recouvrantes; et cependant il a toujours cherché la solution de la question dans une équivalence soit avec les petites cellules, soit avec les spermatoblastes. En cela il a eu raison, mais ce qui lui a manqué pour une solution de la question, ç'a été de reconnaître que les cellules recouvrantes étaient sans relation avec les petites cellules et les spermatoblastes de la génération présente; mais qu'elles étaient le noyau-germe devant donner naissance aux petites cellules et aux spermatoblastes de la génération future et que ce noyau-germe provenait des noyaux aplatis, enfouis dans l'enveloppe conjonctive de l'ampoule.

Comme cause ou comme conséquence de l'obscurité dans laquelle est resté Semper, il faut noter qu'il n'a pas su nettement distinguer entre le protoplasme caduc enveloppant le faisceau des spermatozoïdes, et le protoplasme de la cellule recouvrante, et qu'il croit le faisceau enveloppé par ce dernier.

Quant au *corps problématique*, Semper a bien reconnu qu'il avait l'aspect d'un noyau, et qu'il ***émigrait du voisinage*** du noyau recouvrant vers l'intérieur de l'ampoule. Il a reconnu aussi qu'il était situé ***du même côté*** que le noyau de la cellule recouvrante, ce qui eût pu le mettre sur la voie de son origine. S'il l'a vu d'abord *petit* et *sphérique*, c'est qu'il a pris son nucléole vésiculisé

pour le noyau tout entier. Semper a reconnu l'existence éphémère du corps problématique, et sa destruction bien avant celle du noyau externe.

De Lavalette Saint-George[1] n'a écrit que quelques mots sur les cellules basilaires et les corps problématiques.

Ce que Semper appelle cellules recouvrantes, dit-il, ou follicule des cellules recouvrantes, ou cellules coniques génératrices des spermatoblastes, me semble appartenir plutôt à la membrane des cystes ou follicules ; et le noyau qu'il dit être celui des cellules recouvrantes est le noyau des cystes ou follicules.

Quant au corps problématique de Semper, il le considère comme un simple globule plus ou moins gros de matière albumineuse qui s'est formé dans la cavité du kyste. Il se colore facilement par l'hématoxyline. Il l'appelle ***protoplasmatis globulum***.

Il n'y a là que des méprises, et pas une vue juste. Mais par contre on trouve dans les figures de l'auteur quelques indications précieuses qui sont de nature à aider à trouver la vérité.

C'est ainsi que l'auteur dessine souvent avec soin, dans l'épaisseur de la membrane de l'ampoule, les noyaux aplatis qui pourraient, en surgissant à l'intérieur, former de nouvelles cellules basilaires.

Mais ce qu'il y a de tout particulièrement frappant et intéressant, c'est que dans plusieurs de ses figures l'auteur a dessiné des cellules basilaires en phase de division directe. Les figures **15**, **26**, **30**, **31**, **32**, **39** sont vraiment remarquables à cet égard; et elles sont d'autant plus précieuses, qu'ayant été dessinées en dehors de toute préoccupation théorique, elles reproduisent exactement mes propres dessins, et viennent ainsi apporter leur appui à ce résultat de mes recherches : que le corps problématique résulte d'une division directe des cellules basilaires primitives.

Les vues de Balbiani au sujet des cellules basilaires et des

[1] De La Valette Saint-George ; *Dissertat. de Spermat. évolut.*, in *Plagiostomis*. Bonnæ, 1878.

corps problématiques, sont des conséquences de ses vues théoriques que j'ai exposées plus haut; aussi ne faut-il point être étonné de leur complication, et de leur caractère surtout théorique et peu conforme à l'observation.

Les cellules basilaires sont pour lui les cellules épithéliales, tapissant *dès le début* la paroi de l'ampoule et y représentant l'élément mâle.

Les corps problématiques sont les noyaux des ovules *femelles* provenant du bourgeonnement de la cellule centrale ou ovule femelle. Ces noyaux ont persisté après la disparition de cette dernière, mais ils subissent une régression *graisseuse* et prennent un aspect réfringent.

Les vues de Balbiani nous ont paru contredites par l'observation aussi bien sur ce terrain que sur celui de la valeur des autres éléments constitutifs des ampoules. D'ailleurs elles soulèvent des difficultés inextricables, et en particulier elles sont loin d'expliquer le fait de l'apparition tardive des cellules basilaires à l'intérieur de l'ampoule.

De mon côté, dans ma note de 1882 [1], j'ai émis sur ce sujet des idées à peine moins étranges et aujourd'hui aussi contredites que celles de Balbiani.

D'après moi, dans le protoplasme périphérique de l'ovule mâle central de l'ampoule jeune ou spermastospore naîtraient par voie endogène des noyaux qui se développent et deviennent les noyaux des protospermatoblastes.

De chacun de ces derniers naît par division un second noyau interne au premier et qui se multipliera par des divisions successives et donnera les deutospermatoblastes plus petits, etc. Le noyau périphérique qui ne s'est pas multiplié a conservé son volume primitif et s'est seulement aplati contre la paroi du follicule Ce sont là les noyaux basilaires. Quant au *corps problématique*, ce sont simplement, disais-je, des noyaux de deutospermatoblastes qui ne se sont pas divisés et qui subissent une régression

[1] A. Sabatier; *loc. cit.*

graisseuse : ce sont des ***deutospermatoblastes stériles*** qui disparaissent.

Je ne m'arrêterai pas à discuter et à réfuter cette série de vues qui n'ont aucun rapport direct avec la vérité, sauf pourtant cette vue que les corps problématiques sont des ***spermatoblastes stériles*** et destinés à disparaître; seulement il eût fallu ajouter qu'ils appartenaient non à la génération présente, mais à la génération future de spermatoblastes.

Hermann [1] a vu les cellules recouvrantes de Semper sous forme de noyaux aplatis, elliptiques assez clairs, ayant de un à trois nucléoles assez réfringents, sur les ampoules dont les cellules coniques et granuleuses de la couche interne ont complètement disparu.

Il les appelle ***noyaux basilaires.***

Hermann pense, avec Semper, que ce noyau est celui de la plus ancienne cellule de chaque série radiée; mais, pas plus que Semper, il n'a pas pu vérifier cette assertion par l'observation. Il pense cependant que ce noyau se rattache par son origine au noyau de l'ovule mâle par voie de segmentation; mais il confirme qu'il n'a aucune donnée certaine sur ce point, qui, dit-il, n'a été ***élucidé d'une façon satisfaisante*** par ***aucun autre observateur***, tant ***chez les vertébrés*** que ***chez les invertébrés.***

Pour Hermann, le corps de la cellule-mère ou spermatogemme entoure le faisceau des spermatozoïdes sous forme d'un manchon conique de protoplasma grenu, et renferme à sa base le noyau basilaire et vers le sommet un corps ovoïde très réfringent, le corps problématique de Semper et Balbiani.

Il affirme avec raison contre Balbiani et Sabatier que ce corps ne subit pas une dégénérescence graisseuse, mais il n'a pas reconnu que le corps problématique provenait par voie de division directe de la cellule basilaire. Un fait qu'il a observé, sans toutefois en saisir la signification et les conséquences, eût pu le mettre sur la voie de cette origine. Il est remarquable en effet que, dans sa

[1] Hermann ; *loc. cit.*

fig. 22, Pl. XXV, Hermann ait dessiné toutes les cellules basilaires avec des traces de division directe par voie de clivage, et qu'il ait expliqué cette figure par ces simples mots : « Noyaux basilaires divisés par des incisures » sans tirer la conséquence légitime de ce fait d'observation.

Aussi, quant à la nature et à l'origine du corps problématique, notre auteur n'apporte-t-il aucune solution.

Hermann n'a donc pas vu la différence et l'indépendance du protoplasme caduc du spermatogemme et du protoplasme des cellules basilaires. Il n'a pas vu l'origine des cellules basilaires aux dépens des cellules de la membrane de l'ampoule; et cependant sa fig. 17, Pl. XXV aurait pu l'éclairer à cet égard. Enfin il n'a pas reconnu la relation généalogique entre le noyau basilaire et le corps problématique.

J'ai déjà analysé et réfuté cette vue de Jensen[1] que les noyaux basilaires n'étaient autre chose que des noyaux folliculaires internes (noyau conique) qui surmontaient d'abord à l'intérieur les colonnes de spermatocytes, et qui ont émigré ensuite vers la base du spermatogemme. Je n'y reviens pas.

Quant à l'origine du corps problématique, Jensen dit avoir remarqué, dans la masse granuleuse du cytophore sous le faisceau de spermatozoïdes, un petit corps arrondi et très réfringent. Plus tard il y en a *deux*, dont l'un reste dans le faisceau et l'autre se porte à côté. Plus tard encore, il n'en reste qu'un (probablement par suite de leur fusion) et qui grandit et se porte vers l'intérieur. D'abord très colorable, il le devient de moins en moins et il pâlit, perdant sa réfringence. C'est alors le corps problématique, qui n'est pas un corps graisseux.

La description et les figures de Jensen ne me permettent pas de douter que les deux petits corps arrondis et très réfringents ne soient les deux nucléoles de la division amitotique de la cellule basilaire primitive. L'un de ces nucléoles et le corps nucléïnien voisin se vésiculise, grossit, pâlit et se porte vers l'intérieur avec le

[1] Jensen ; *loc. cit.*

noyau auquel il appartient, et que j'ai été jusqu'à présent le seul à apercevoir. Cette vésicule ovoïde, ou ellipsoïde, se colorant de moins en moins et de moins en moins réfringente, est le corps problématique.

Jensen n'en a donc pas expliqué la vraie origine ; et il ne sait rien de sa signification.

Swaen et Masquelin[1] formulent ainsi leur manière de voir sur l'origine des cellules basilaires : « Ce sont les cellules folliculeuses (cellules coniques, noyaux-germes) engagées entre les spermatogemmes et, dans beaucoup de cas, les cellules internes elles-mêmes qui se glissent vers la paroi conjonctive et viennent prendre la position du noyau basilaire ».

A cette opinion, qui est tout à fait semblable à celle de Jensen, j'oppose la même négation et les mêmes objections.

Les auteurs ne sont pas d'ailleurs sans éprouver quelque embarras à la défendre ; ils confessent, en effet, qu'au premier abord ce refoulement des cellules folliculeuses vers la cavité suivi d'un retour en sens inverse vers la paroi conjonctive *semblera peu admissible*.

Ils conviennent également que, si l'on trouve de ces cellules folliculeuses à *toute hauteur* depuis la paroi conjonctive jusqu'à la lumière de l'ampoule, cette observation ne peut être faite que *sur quelques ampoules seulement*, et qu'on ne trouve qu'*exceptionnellement* toutes ces positions intermédiaires réunies.

Je ne renouvelle pas la réfutation déjà faite par moi de ces arguments à propos de Jensen. Mais il est un argument qui mérite une réponse.

Les auteurs disent avoir remarqué que le noyau basilaire apparaît *non pas à la base* du spermatogemme, mais bien sur le côté. C'est là un fait qui se produit en effet quelquefois, mais j'affirme avec Semper, Hermann, que *généralement* le noyau basilaire se montre d'abord à la base même du spermatogemme, et que ce n'est que plus tard qu'il devient latéral.

[1] Swaen et Masquelin ; *loc. cit.*

Quant à la valeur et à l'origine du corps problématique, je tiens à citer les paroles mêmes de Swaen et Masquelin, car ils me paraissent avoir plus que leurs prédécesseurs cotoyé la solution du problème.

Pour eux, quand le noyau basilaire s'est glissé sur le côté du faisceau de spermatozoïdes, dans l'enveloppe protoplasmique épaissie et *au milieu d'une zone un peu plus claire* qui apparait tout contre le noyau et au-dessus de lui, on *aperçoit brusquement* le corps problématique. Son apparition a lieu *toujours tout à fait au voisinage du noyau*, et quelquefois ce dernier remonte assez haut le long du faisceau céphalique des nématoblastes avant que le corps problématique ne se forme. Il arrive aussi, surtout chez *Scyllium catulus*, qu'au lieu d'un seul, il s'en produise *deux à la suite et au-dessous* l'un de l'autre.

On voit, par cette citation, combien les auteurs ont été près de reconnaitre que le corps problématique était le résultat d'une division de la cellule basilaire, qu'il n'était pas tout le noyau, mais le corps nucléïnien plus ou moins vésiculisé du noyau, tandis que la figure du noyau lui-même était vaguement dessinée par cette *zone un peu plus claire* au milieu de laquelle il se trouvait.

On peut rapprocher de cette description mes figures. Pl. III, fig. 3 ; Pl. V, fig. 3 (à comparer avec la fig. 30 de Swaen et Masquelin). Pl. V, fig. 5, 6, 7, 8; Pl. VI, fig. 6 (à comparer avec la fig. 33 de Swaen et Masquelin). Pl. VI, fig. 1, 2, 4).

Les assertions de *Sanfelice* [1] relativement aux cellules basilaires qu'il appelle *cellules germinales*, présentent quelques lacunes étonnantes.

On sait que, pour l'auteur, les cellules germinales se multiplient par voie indirecte avec figures cariokinétiques (ce qui est une erreur) et donnent ainsi les cellules ou noyaux folliculaires qui se transforment de la périphérie vers le centre de l'ampoule en spermatoblastes. Mais il reste à la périphérie, en contact avec la membrane de l'ampoule et entre les spermatoblastes, quelques cellules ou noyaux qui ne se transforment pas et qui restent

[1] Sanfelice ; *loc. cit.*

comme cellules germinales destinées à produire la future génération de l'épithélium folliculaire, quand l'épithélium folliculaire résultant d'une première division aura donné les spermatozoïdes. Par conséquent, les noyaux folliculaires qui se trouvent vers le centre de l'ampoule sont destinés, comme les noyaux périphériques, à se transformer en spermatoblastes. Il y a là une proposition vraie, c'est que les cellules germinales (basilaires) sont destinées à fournir la future génération de spermatoblastes. Mais quant à leur origine, Sanfélice erre complètement, et cela est si vrai qu'il fait remarquer lui-même qu'à mesure que l'ampoule grandit le nombre des noyaux folliculaires diminue, que plus tard les noyaux folliculaires ne forment qu'une seule série vers le centre, et que finalement dans les ampoules qui ont atteint leur volume maximum il n'y a plus de noyaux folliculaires. Et, en effet, alors que les colonnes de protospermatoblastes sont complètes, il est bien rare d'observer quelque noyau-germe entre les colonnes ; et s'il en existe vers la base, ce sont des noyaux petits, réduits, aplatis, à peine saillants ; et il reste à démontrer pour Sanfélice comment s'est produite cette *rétrogradation* de cellules folliculaires jadis volumineuses et destinées à une prolifération prochaine.

D'ailleurs, Sanfelice n'émet pas de notions précises sur les relations des protoplasmes. Dans ses figures (voyez fig. **21**, **22**, **26**) tous les éléments sont noyés pêle-mêle et sans ordre dans une masse indivise de protoplasme, et l'on n'aperçoit aucune trace de l'orientation radiaire des éléments cellulaires divers.

Il résulte de là qu'on ne peut savoir (le texte n'en dit rien) si Sanfélice a eu présente à l'esprit, en rédigeant son mémoire, cette condition spéciale des Sélaciens, que les ampoules ne donnent en réalité qu'une génération de spermatozoïdes, la suivante étant appelée à l'avortement.

Il parle des cellules germinales de Sélaciens comme proliférant lors de l'expulsion des spermatozoïdes, pour donner un nouvel épithélium folliculaire. Il ne paraît pas avoir songé au *corps problématique*, car il ne le nomme pas, et ne le représente sur aucune de ses figures.

Il émet toutefois cette idée que la prolifération des cellules germinales pourrait bien faciliter l'expulsion des spermatozoïdes. Mais il ne représente nulle part les cones protoplasmiques renfermant la cellule basilaire et le corps problématique ; et ne dit pas un mot de la dégénérescence finale des ampoules.

En terminant cet exposé critique des idées émises avant moi sur l'origine et la signification des cellules basilaires et du corps problématique, je me borne à faire remarquer combien la solution que j'ai donnée à cette question, et qui repose sur des observations que je crois inattaquables, jette une grande lumière sur ces faits restés jusqu'alors si obscurs et si embarrassants.

IV. — Expulsion des spermatozoïdes. Dégénérescence et destruction des ampoules.

Je donnerai peu d'étendue à cet historique. Les questions qui lui appartiennent offrent un intérêt bien moindre que celui des questions déjà examinées ; et en outre le nombre des auteurs qui s'en sont spécialement préoccupés est très réduit.

C'est vraiment Semper qui a clairement démontré la signification des ampoules et le sort des ampoules qui avaient expulsé leurs spermatozoïdes.

Il a décrit ces ampoules aplaties, ratatinées, à parois épaissies, dépourvues de zoospermes, et dans lesquelles se trouvent de grandes cellules granuleuses semblables à celles qui existaient dans les ampoules à zoospermes. Ce sont des ampoules vidées, qui sont encore en relation avec des canalicules séminifères, et où restent les cellules recouvrantes.

Les cellules ont un gros noyau encore entouré d'une substance granuleuse. Celle-ci se désagrége et autour de leur noyau se secrète une couche de substance bordante particulière, opaque, qui s'épaissirait, en même temps que la substance granuleuse et le noyau qu'elle enveloppe diminuent de volume et de substance.

Cette couche s'épaissit peu à peu, et peut remplir le follicule.

Le noyau lui-même se désagrège, et dans les ampoules on ne peut plus saisir trace de cellules.

Il y apparait des traces de concrétions jaunâtres. Cette dégénérescence des ampoules rappelle à Semper la formation des corps jaunes de l'ovaire des Vertébrés.

Je me borne à faire remarquer que j'ai porté plus d'attention sur les diverses phases de la dégénérescence des cellules des ampoules, c'est-à-dire de l'avortement des germes de la seconde génération. L'épaississement de la paroi de l'ampoule, que Semper attribue à une sécrétion de ces cellules, tient au fond à la rétraction des parois conjonctives des ampoules. Les cellules se détruisent et disparaissent entièrement, protoplasme et noyau. Quant à la comparaison avec les corps jaunes de l'ovaire des Vertébrés, elle ne me paraît pas, à première vue, être indiscutable. Mais je ne puis m'étendre longuement sur ce sujet. Dans tous les cas elle est plus lointaine et moins rigoureusement exacte au point de vue morphologique que semble le penser Semper. L'assimilation doit être faite plutôt au point de vue histogénique que morphologique.

V. La Valette ne s'est pas occupé de la destruction des Ampoules. Il représente seulement (fig. 13) une portion de follicule vide avec noyau cystique (noyau basilaire), c'est à-dire deux cônes de remplacement avec noyau basilaire et sans corps problématique.

Balbiani et Hermann ne se sont nullement occupés de la destruction des ampoules, Jensen pas davantage.

Swaen et Masquelin n'ont pas beaucoup insisté sur la question de la destruction des ampoules vidées des spermatozoïdes ; mais ils ont émis quelques erreurs qu'il est bon de relever.

Ils tiennent simplement à signaler quelques observations relatives aux cellules basilaires chez *Scyllium canicula*. Au fur et à mesure que les ampoules vides diminuent d'étendue, les cellules basilaires deviennent plus épaisses et moins longues ; leur cône se raccourcit, le noyau grandit et le *corps problématique se rapproche peu à peu de lui, jusqu'à ce qu'ils arrivent en contact.*

Puis le sommet du cône diminue et disparaît ; le protoplasme forme une mince enveloppe superficielle au noyau qui ***grandit beaucoup*** et ***dans lequel pénètre le corps problématique***. A ce moment, les cellules sont cuboïdes et confondues encore par leurs bases d'implantation.

Dans les dernières phases étudiées, le corps problématique a disparu, ***sa substance s'est fusionnée avec celle du noyau***, et les cellules basilaires forment à l'ampoule, fort réduite en étendue, un revêtement simple de cellules cubiques contenant à l'intérieur des noyaux très volumineux.

Voici les réflexions que me suggère la description qui précède:

Le corps problématique ne se rapproche jamais assez du noyau basilaire pour entrer en contact avec lui, et à plus forte raison pour pénétrer en dedans de lui et se fusionner avec lui. Le corps problématique se réduit et s'efface de bonne heure, et on en trouve rarement des traces dans des ampoules qui viennent de se vider, et à plus forte raison plus tard. Ce que Swaeu et Masquelin ont dessiné comme corps problématique ayant pénétré dans le noyau basilaire n'est autre chose que la nucléïne vésiculisée de ce dernier noyau, qui ressemble fort, en effet, au corps problématique, puisque celui-ci n'est également que la nucléïne de la deuxième cellule semblablement vésiculisée. Cette vésiculisation a rarement lieu pour la cellule basilaire, mais elle a lieu quelquefois, et je l'ai représentée Pl. VI fig. 6; et dans tous les cas ce que les auteurs ci-dessus ont pris pour des débris du corps problématique dans le noyau basilaire n'est que l'amas nucléolin central du noyau basilaire. On n'a pas encore observé, que je sache, cette sorte de phagocytisme exercé par des cellules ***mourantes*** sur des cellules ***mourantes***.

Swaen et Masquelin ont insisté sur la rétraction du protoplasme de la cellule basilaire comme propre à mettre en liberté les faisceaux de spermatozoïdes ; on voit qu'ils n'ont pas distingué entre le protoplasme de la cellule basilaire et celui du spermatogemme; car c'est en réalité la rétraction de ce dernier, et au contraire le

développement et la *croissance* du premier, qui contribuent à détacher les faisceaux de spermatozoïdes.

Sanfélice ne s'est pas préoccupé de la destruction des ampoules. Je répète encore ici que toute son étude de la spermatogenèse chez les Sélaciens n'a pas l'air de tenir compte de ce phénomène de destruction après une première génération des spermatozoïdes. Il met en avant la prolifération des cellules germinales (cellules basilaires) comme facilitant l'expulsion des spermatozoïdes, mais sans sans parler des *corps problématiques*.

Ici je termine cette longue revue historique et critique des travaux relatifs à la spermatogenèse des Sélaciens. Je n'y ai pas tenu compte de ma dernière publication (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 17 et 28 janvier 1895) parce qu'elle n'est que le résumé des résultats personnels dont j'ai donné, dans le mémoire actuel, une exposition étendue.

J'eusse pu rendre la revue historique et critique plus concise ; mais je lui ai conservé son étendue, espérant par là épargner à mes successeurs de longues recherches et l'obligation de faire un exposé semblable à celui-ci. C'est là mon excuse.

APPENDICE

Pendant que les pages qui précèdent étaient sous presse nous est parvenu le n° de novembre 1895 du *Quarterly Journal of. microscopical Science*, renfermant un mémoire de J.-E.-S. Moore *Sur les modifications de structure dans les cellules reproductrices pendant la spermatogenèse des Elasmobranches* [1].

Je n'ai pas l'intention de donner ici une analyse et une discussion de tous les points traités dans ce travail.

La plus grande partie du mémoire est d'ailleurs consacrée à des questions de cytologie pure. telles que les transformations des cellules spermatiques pendant les phases de repos et les phases successives de cinèse, le rôle des centrasomes, la forme et la réduction des chromosomes etc., auxquelles je n'ai pas touché dans ce travail, et qui n'ont pas fait l'objet spécial de mes recherches. Aussi les passerai-je sous silence, réservant mon examen pour les solutions proposées par l'auteur aux questions que j'ai moi-même étudiées.

Et d'abord je dois dire que Moore ne s'est, de son côté, pas préoccupé de l'origine des ampoules, des noyaux-germes, des cellules ovulaires, ou spermatoblastes.

Il a pris les dernières, qu'il désigne comme cellules séminifères, toutes formées, et il en a étudié la structure et les modifications jusqu'à la formation du spermatozoïde.

Mais, si Moore ne s'est surtout préoccupé que des modifications dont sont le siège les ovules mâles déjà formés, c'est-à-dire survenant dans ce qu'il appelle la génération des cellules de la première et de la seconde séries spermatogénétique, il donne cepen-

[1] J.-E.-S. Moore ; *On the Structural Changes in the Reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs* (The quarterly Journal of microscopical Science, novembre 1895).

dant quelques figures (Pl. XIII. fig. 1 à 10) qui ont trait à ce qu'il appelle la période primaire ou embryonnique, c'est-à-dire celle qui conduit du blastoderme aux ampoules remplies de protospermatoblastes.

Les légendes explicatives de ces figures telles que les donne Moore sont trop laconiques pour qu'on puisse toujours se rendre un compte exact de la signification que l'auteur attache à ces dessins, mais on peut cependant entrevoir quelle est son opinion sur bien des points.

On voit, en effet, que dans les ampoules jeunes il distingue des cellules *séminifères* et des cellules *basilaires* (*foot-cells*), les premières étant les ovules mâles (mes protospermatoblastes), les secondes correspondant aux noyaux folliculaires, cellules allongées, petites cellules, cellules épithéliales, etc., des auteurs que nous avons déjà passés en revue, mes noyaux-germes.

Il pense que les cellules basilaires ont deux sortes de divisions, la division mitotique avec fuseau et chromosomes, etc., et la fragmentation.

Il représente, en effet, quelques figures cinétiques qu'il attribue à des cellules basilaires.

On a vu que je niais absolument la cinèse des noyaux basilaires, et je fais remarquer que ce que Moore représente comme tel n'est certainement autre chose que des cinèses précoces des premiers protospermatoblastes. Ses fig. 4, 8, 10, trouvent là leur vraie interprétation. Il suffira, pour le démontrer, de faire remarquer que les cellules basilaires de Moore ne sont, au fond, que des noyaux plongés dans une masse indivise de protoplasme (mes noyaux-germes), et que par conséquent la membrane cellulaire y fait défaut. Or, autour de toutes les figures cinétiques, attribuées par Moore à des cellules basilaires, (fig. 4, c. f. fig. 8, fig. 10), la membrane cellulaire existe très nette. On ne saurait la prendre pour la membrane nucléaire, car à cette phase de la cinèse, on sait que celle-ci a disparu ; et les figures de cinèse des ovules représentées par Moore lui-même,(fig. 20, 23, 45, 46, 47, 48, 69, 71, 72, etc.,) l'établissent suffisamment. Il ressort très nettement

de là que les figures cinétiques attribuées par Moore à ces cellules basilaires appartiennent à des cellules complètes pourvues d'une membrane cellulaire, c'est-à-dire à des ovules mâles ou protospermatoblastes.

Quant à ce qu'il appelle *fragmentation* des cellules basilaires, je suis d'accord avec lui au point de vue général de la réalité d'une division directe de ces noyaux plongés dans le protoplasme indivis. Mais combien nous différons dans l'application ! Moore représente, en effet, (fig. 3, 4, 5, 9), sur quelques-unes de ces cellules basilaires allongées, des *fissures obliques* qui correspondent très exactement aux plans de clivage que j'ai moi-même décrits comme le lieu et la forme de leur division directe. Mais il ne paraît pas attacher à ces figures la moindre signification de cet ordre; car ses légendes n'en disent absolument rien. Mais par contre, il représente (fig. 9), une ampoule à trois rangées de spermatoblastes, surmontées d'une rangée interne de noyaux basilaires. Or, en dedans et entre ces derniers, se trouvent un nombre assez important de sphères ou globules beaucoup plus petits, qu'il désigne comme les produits de la fragmentation des cellules basilaires (*with fragmentation products*). Je déclare n'avoir jamais rien observé de semblable ; et j'affirme que les cellules dites basilaires de Moore, ou mieux les noyaux-germes qui entourent la cavité centrale de l'ampoule, se multiplient par clivage, par division en deux noyaux-filles (très rarement plus), et qu'on n'est jamais en présence d'une disproportion si marquée, comme nombre et comme volume, entre les noyaux-mères et les noyaux-filles, disproportion qui correspondrait à une fragmentation en nombreuses parties. Si donc Moore a cru avec raison à une division directe de ces cellules basilaires, il en a mal observé le lieu et la forme.

Quant aux relations génétiques entre les cellules basilaires de Moore (mes noyaux-germes) et les ovules mâles (mes protospermatoblastes), je crois qu'on peut avancer sans témérité que Moore ne s'en est pas douté le moins du monde ? En effet, dans aucune figure, ni dans aucune des légendes très laconiques, qui les accompagnent plutôt qu'elles ne les expliquent, Moore n'a rien

indiqué qui marquât cette transformation si certaine et si positive des cellules prétendues *basilaires* (ou noyaux-germes), en ovules mâles. Nulle part on n'aperçoit trace de formes intermédiaires.

Mais, en outre, cette qualification de *basilaires*, appliquée aux noyaux-germes internes, semble éloigner toute idée de transformation en ovules ; et cela est d'autant plus vrai que, renouvelant l'illusion partagée par Jensen, par Swaen et Masquelin, Moore indique suffisamment par la fig. 7 et par sa légende (*migration of foot cells*) qu'il croit que ces cellules basilaires, situées autour de la cavité de l'ampoule, sont appelées à émigrer vers la membrane de celle-ci pour venir constituer là les *vraies* cellules basilaires, les cellules recouvrantes de Semper, basilaires d'Hermann, etc. On voit, en effet, dans cette figure, deux ou trois noyaux plus ou moins confondus avec les colonnes des protospermatoblastes. Mais c'est là une pure illusion et due, comme chez les auteurs précédents, à un défaut de la préparation, car on ne saurait en juger autrement par un dessin qui représente des colonnes disloquées, dans lesquelles ont été arrachés plusieurs spermatoblastes, laissant ainsi des lacunes et où les noyaux dits folliculaires, au lieu d'être situés régulièrement dans des espaces intercellulaires où elles chemineraient, sont jetés confusément au milieu des ovules, et les recouvrent plus ou moins.

Ainsi donc Moore n'a pas reconnu le lien génétique entre les noyaux-germes, qu'il appelle cellules folliculaires, et les ovules mâles ; en outre il n'a pas reconnu l'origine et la nature des cellules *vraiment basilaires*, de celles qui apparaissent réellement à un moment donné à la *base* des colonnes ou spermatogemmes ; et il a cru à tort que ces cellules, vraiment basilaires, provenaient par migration des noyaux-germes internes. Ces derniers donc ne devaient pas, pour lui, se transformer en spermatoblastes, mais émigrer comme cellules basilaires vers la membrane de l'ampoule.

Moore signale, dès la première mitose, la formation de corps chromatiques extra-nucléaires dans le protoplasme, comme provenant de débris de la chromatine nucléaire, qui ont été rejetés

pendant la mitose. Ce fait peut se produire, et je l'ai signalé comme assez fréquent chez les Crustacés décapodes ; mais il ne faudrait peut-être pas le considérer comme général.

Moore dit, en outre, que dans les cellules filles provenant de la première mitose (mes deutospermatoblastes), parvenues à l'état quiescent, on remarque au voisinage immédiat de l'archoplasme qui entoure les centrosomes, une condensation évidente de substance cytoplasmique, qu'en l'absence de la sphère attractive, on peut considérer comme étant une représentation dilatée de ce corps ; il considère cette masse comme étant de quelque importance pour l'intelligence du processus de transformation de la génération suivante de cellules en spermatozoïdes, et il l'appelle le *Nebenkern* (noyau accessoire).

Après la seconde mitose pendant la phase synaptique, l'archoplasme, substance claire qui entoure les centrosomes, abandonne la paroi du noyau. Les centrosomes passent à la face externe de l'archoplasme et de cette face part un filament se portant vers la périphérie de la cellule ; la membrane cellulaire est entaillée au point où passe ce fin filament qui est la queue du spermatozoïde. A côté du nucléus paraît une condensation protoplasmique semblable au Nebenkern de la génération précédente. Au point d'origine du flagellum, sur l'archoplasme apparaît une vésicule claire sphérique, qui grossit, et se meut avec l'archoplasme qui l'entoure et les centrosomes, et qui vient s'appliquer directement contre le noyau.

La chromatine nucléaire va s'appliquer par une sorte de collet ou goulot autour de la base de la vésicule archoplasmique, tandis que le reste de la substance chromatique se contracte et se sépare de la membrane nucléaire, et prend la forme d'une sorte de flacon au-dessous du goulot. Il résulte de là une sorte de flacon rempli de chromatine nucléaire, dont le goulot s'allonge et est bouché par la vésicule archoplasmique.

La membrane nucléaire forme une enveloppe qui rappelle celle des flacons italiens ; et un espace clair rempli par le suc nucléaire et situé entre la membrane et la chromatine semble représenter l'épaisseur du verre du flacon.

La base de la partie intra-cellulaire du flagellum avec les centrosomes est alors située du côté de la vésicule archoplasmique ; mais ces parties se meuvent autour de la surface du nucléus ; la substance archoplasmique pénètre à travers la membrane nucléaire et constitue une masse en cordon qui met en relation la base du flagellum avec la chromatine. Les centrosomes disparaissent.

Le transport du point d'attache du flagellum continue, jusqu'à ce que finalement il arrive sur le côté du noyau opposé au goulot et à la vésicule archoplasmique. Le Nebenkern est entraîné dans ce mouvement, et sa substance se mêle avec celle du vrai archoplasme, et les deux réunis forment une masse protoplasmique distinctement différenciée, étendue le long de la partie intra-cellulaire du flagellum, depuis sa base sur la chromatine nucléaire jusqu'à sa sortie à travers la paroi nucléaire. L'ensemble de cette masse (composée du Nebenkern, de l'archoplasme et de la partie intra-cellulaire du flagellum) forme le long *segment moyen* du spermatozoïde mûr.

A l'extrémité opposée du noyau, la vésicule archoplasmique s'aplatit d'abord, s'allonge ensuite, en même temps que la chromatine nucléaire, et forme ainsi une pointe céphalique distincte sur la tête du spermatozoïde.

L'enveloppe nucléaire formée par le suc et séparant la chromatine nucléaire de la membrane nucléaire se maintient bien distincte même sur le spermatozoïde mûr ; et le renflement de la membrane cellulaire, là ou le flagellum l'a traversée au début, persiste comme un petit collier à l'extrémité postérieure du segment moyen.

Voici les réflexions principales que me suggèrent les faits avancés par Moore.

La condensation protoplasmique à laquelle il donne le nom de Nebenkern ne me paraît pas mériter une mention si spéciale. C'est une condensation diffuse et à limites incertaines qui peut être attribuée à l'action des fixateurs. Je l'ai remarquée quelquefois, mais elle m'a paru si irrégulière et si inconstante que je n'ai pas cru devoir lui attribuer un rôle spécial. Le rôle que lui prête Moore

dans la constitution du segment moyen est purement hypothétique. J'ai montré comment se constituait ce segment, qui n'est que le résultat de la réduction progressive de la masse cytoplasmique vésiculeuse et réticulée autour de la partie basilaire du filament caudal. Les portions de cytoplasme qui entourent directement ce filament, et que Moore considère comme formées par le Nebenkern mêlé à la substance archoplasmique, n'ont vraiment rien de bien spécial. C'est un plasma réticulé, comme le reste du cytoplasme. D'ailleurs, les figures de l'auteur sur ce point (fig. 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90) ne présentent *absolument rien* de précis et de démonstratif ; et je pense qu'il convient de considérer le Nebenkern de Moore et son rôle dans la constitution du segment moyen comme hypothétiques.

Moore a bien vu la transformation du noyau en une masse pyriforme de chromatine avec pédoncule (flacon avec goulot), entourée d'un espace clair que limite extérieurement la membrane nucléaire. Je l'ai observée comme lui, mais nous différons fortement sur le processus de cette transformation et sur la signification des parties qui y prennent part directement ou indirectement.

Il pense que l'espace clair qui entoure la poire chromatique, est rempli simplement par le suc nucléaire. J'ai, au contraire, démontré que cette zone claire était due à la vésiculisation et à la perte de l'affinité pour les colorants d'une portion du corps nucléinien. Moore n'a pas vu, en effet, la formation de ces vésicules, leur décoloration progressive et le dépôt simultané de grains fins de chromatine sur les parois de ces vésicules. Il n'a pas observé non plus qu'avant cette transformation le noyau présentait l'aspect d'une masse colorée, et que le suc nucléaire paraissait avoir disparu, ce qui s'accorde fort bien avec une diminution très notable du noyau à ce moment. Il n'a pas vu non plus que cette couche claire était, par le fait, subdivisée par de nombreuses cloisons qui correspondaient aux parois des vésicules. Il n'a, en effet, rien représenté de semblable, sauf dans la figure 87, où les rares trabécules représentées dans l'espace clair semblent être

plutôt des portions du réseau cytoplasmique vues en projection sur la zone claire.

Quant à la pointe céphalique, qu'il fait dériver de la vésicule claire née à côté ou dans l'archoplasme des centrosomes, Moore s'est complètement mépris. Il fait exécuter à cette vésicule une migration au pourtour du noyau pour venir se placer sur le goulot du flacon nucléaire. C'est là un fait que je considère comme complètement erroné. La pointe céphalique, qui correspond à ce que j'ai appelé le capuchon ou la coiffe céphalique, ne provient nullement d'une vésicule née dans le cytoplasme, loin du noyau et ayant accompli un long trajet pour venir couronner la tête du spermatozoïde. J'ai clairement observé que cette pointe provenait du noyau lui-même, et était constituée par une portion de ces vésicules décolorées, formant la couche claire, et qui faisaient hernie par le goulot, se dédoublaient et se disposaient en une série conique.

La pointe ou coiffe céphalique est ici, comme chez les Crustacés décapodes ordinaires, comme chez les Carides, et chez les Locustides, une portion vésiculisée et décolorée du corps nucléinien. La fig. 84 de Moore correspond assez exactement à ce processus de formation de la pointe céphalique en montrant trois vésicules claires qui font hernie à l'ouverture du goulot. Ces vésicules apparaissent sur ce point et ne subissent aucune migration.

Le mode de formation que Moore attribue au filament caudal est aussi passible de nombreuses critiques.

Comme Hermann, Moore pense que ce filament se constitue en deux tronçons qui apparaissent successivement ; le premier représente le flagellum extérieur qui part de l'enveloppe de la cellule, le second va de ce point au noyau, et, pénétrant à travers la membrane de ce dernier, atteint la base de la masse nucléaire pyriforme. Pour Moore, l'une et l'autre parties ont pour origine l'archoplasme qui s'étire. Une première erreur consiste à dire que le filament pénètre dans la zone claire qui entoure la poire et qu'il atteint la masse de chromatine. Il s'arrête toujours sur la membrane nucléaire qui enveloppe la zone claire. Le filament caudal reste donc toujours exclusivement cytoplasmique. J'ai, en outre, démontré qu'il a pour

origine le feutrage, la condensation et l'étirement du réticulum protoplasmique ; et si Moore l'a vu d'abord au dehors de la cellule et plus tard seulement au dedans, c'est que cette partie intra-cellulaire est d'abord peu distincte d'autres portions des filaments du réseau, qu'elle est en zig-zag et non complètement différenciée, et que l'auteur n'a pas discerné que cette portion du réseau acquérait plus tard plus de finesse, plus de réfringence et plus de rectitude. Mes observations sur ce point ne m'ont laissé aucun doute. Elles confirmaient d'ailleurs ce que j'avais publié sur la spermatogenèse des Locustides [1].

Moore fait naître le flagellum externe d'un point contigu aux centrosomes qui se seraient transportés à la surface du cytoplasme. Je ne puis m'empêcher de penser que ce prétendu centrosome n'est autre que le *grain caudal* sur lequel j'ai insisté et qui est situé à l'extrémité du segment moyen, au point de convergence des filaments longitudinaux du réseau cytoplasmique et qui se colore si bien par les colorants nucléaires.

J'ajoute que le nodule ou collier que Moore représente (fig. 88, 89, 90), comme situé au point terminal du segment moyen, et qu'il attribue à une échancrure de la membrane cellulaire, me paraît également n'être autre chose que ce grain caudal vésiculisé et légèrement décoloré.

Telles sont les réflexions et les critiques que m'a suggérées le mémoire de Moore sur les points dont j'avais moi-même abordé l'étude spéciale.

[1] A. Sabatier ; *Spermatogenèse des Crustacés décapodes.*



EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

FIG. 1. — *Scyllium catulus.* Coupe longitudinale de la bandelette progerminative, suivant un plan vertical, allant de la surface à la profondeur.

Testicule fixé par le liquide de Roule (Bichlorure de mercure à saturation dans l'eau, acide acétique 25 °/₀), étendu d'une égale quantité d'eau.

Durcissement dans l'alcool depuis 50° jusqu'à l'alcool absolu. Enrobement dans la parafine pour les coupes. Coloration sur coupes par le carmin boraté.

On voit que les cylindres ou longs fuseaux constitués par les nids de noyaux-germes et les ampoules primitives ont leur axe *oblique*, par rapport au plan de la surface inférieure A'. *g b*.

Les lettres majuscules A, A', B, C, D, D', E, F, indiquent les couches successives formées soit par des lames ou cordons de tissu conjonctif embryonnaire *b*, *g*, *h*, *e*, soit des cylindres ou fuseaux composés de nids de noyaux-germes *a*, *a'*, ou de cordons ou fuseaux d'ampoules primitives à divers degrés de développement.

Les lettres *m*, *n*, *i*, *c*, *f*, désignent des ampoules à divers états, auxquelles se rapportent les explications données dans le cours du mémoire.

FIG. 2. — *Acanthias vulgaris.* Coupe schématique transversale destinée à montrer les deux testicules avec leur coupe semi-cylindrique, le pli progerminatif situé à leur face inférieure et marqué en pointillé, et les mesorchions.

FIG. 3, 4, 5. — *Acanthias vulgaris.* Portions de bandelette progerminative fraîches, traitées par la liqueur cuprique de Ripart et Petit, dissociées dans cette liqueur et colorées par le vert méthyle acétique. Cordons de tissu conjonctif embryonnaire, et agglomérations soit de nids de germes (fig. 3 et 4), soit d'ampoules primitives (fig. 5). Dans chacune des trois

figures commence à se dessiner plus ou moins le rudiment massif du futur canal séminifère.

Fig. 6. — *Scyllium catulus.* Testicule traité par la liqueur chromo-acéto-osmique de Flemming.

Coupes après durcissement dans la série d'alcools, et coloration par le carmin boraté.

Ampoule encore jeune, mais dont la coupe a porté très probablement en dehors de la cavité centrale encore peu développée. Noyaux-germes nombreux, dont quelques-uns viennent de se diviser par clivage. Trois protospermatoblastes en voie de mitose précoce. Membrane de l'ampoule avec ses noyaux aplatis, dont deux accouplés proviennent d'une division récente. Objectif D* à immersion de Zeiss.

Fig. 7. — *Scyllium catulus.* Même préparation.

Jeunes ampoules. *a.* Ampoule jeune avec deux protospermatoblastes, et une cavité centrale claire. *c.* Noyau-germe en voie de division directe par pulvérisation de la nucléïne et voie lactée.

b. Autre ampoule jeune, avec un seul protospermatoblaste, et cavité excentrique. Nombreux noyaux-germes.

Traînées de noyaux-germes appelés à former de nouvelles ampoules.

Objectif D* à immersion de Zeiss.

Fig. 8. — *Scyllium catulus.* Même préparation...

Ampoule un peu plus avancée que celles de la fig. 7. *aa*, noyaux-germes en voie de clivage. D'autres noyaux-germes plus volumineux et à réseau de chromatine plus égal et plus uniforme sont sur le point de se transformer en noyaux de protospermatoblastes; vis-à-vis de ces derniers, sont deux spermatoblastes en voie de mitose précoce.

Ces mitoses précoces sont rares dans tout le reste de la préparation. Objectif D* à immersion de Zeiss.

Fig. 9. — *Scyllium catulus.* Même préparation.

Portion d'une ampoule plus âgée dans laquelle les colonnes de protospermatoblastes comptent déjà au moins deux spermatoblastes surmontés d'un noyau-germe conique.

J'ai donné ce cas comme un cas rare et exceptionnel dans toute la préparation. On y voit une colonne médiane composée de deux protospermatoblastes à deux phases un peu différentes de la mitose précoce. Dans le spermatoblaste

externe, un fuseau assez irrégulier subsiste entre les deux plaques polaires. Dans l'interne les deux plaques polaires commencent à se ramasser pour constituer les futurs noyaux; le fuseau a disparu, et on voit bien l'étranglement qui va séparer les deux cellules filles. Au-dessus se trouve un noyau-germe conique à nucléïne *pulvérisée* et disséminée, c'est-à-dire dans cette phase de la division directe qui précède la formation de la voie lactée et le clivage.

Les deux colonnes voisines sont incomplètement représentées. Dans l'une sont deux protospermatoblastes se préparant à la mitose.

L'autre colonne n'est représentée que par un protospermatoblaste avec son noyau à l'état quiescent et réticulé.

Objectif D* à immersion de Zeiss.

Fig. 10. — *Scyllium catulus.* Même préparation.

Sommet de trois colonnes de spermatoblastes. Le dessin comprend seulement les spermatoblastes les plus internes, dont chacun est surmonté par un noyau-germe conique. De ces noyaux-germes, le médian est en voie de pulvérisation et de dissémination de la nucléïne, celui de gauche représente une voie lactée légèrement oblique avec échancrure, et celui de droite une voie lactée dans laquelle a commencé la condensation linéaire de la nucléïne, et le clivage avec légère échancrure.

Fig. 11. — *Scyllium catulus.* Traitement par le liquide de Roule, alcools, coupes, carmin boraté.

Jeune ampoule primitive avec cavité centrale entourée d'une couche de protoplasme commun dans laquelle sont enveloppés les noyaux-germes.

Fig. 12. — *Scyllium catulus.* Même préparation. Ampoule jeune encore, mais dans laquelle la couche externe de protospermatoblastes commence à se compléter par le clivage des noyaux-germes externes et par leur transformation en spermatoblastes.

En dedans de cette couche et autour de la cavité centrale, se trouve une couche très serrée de noyaux-germes allongés et pressés. Ces noyaux-germes ont tous leur nucléïne *pulvérisée* et sont en voie de division directe qui les multiplie rapidement, ce qui explique leur tassement et leur nombre considérable. Quelques-uns de ces noyaux-germes, situés

plus en dehors et au voisinage des spermatoblastes prennent une forme arrondie et grossissent pour se transformer en spermatoblastes.

Planche II.

Fig. 1. — *Scyllium catulus*. Liquide de Roule, alcools, coupes, carmin boraté.

Ampoule plus avancée que celle de la fig. 12 de la pl. I. Les colonnes de protospermatoblastes en comprennent de 3 à 4. Ces derniers, pourvus de leur cytoplasme clair, sont noyés dans un protoplasme indivis pour chaque colonne.

En dedans et autour de la cavité centrale, se trouvent des noyaux-germes à nucléïne pulvérisée, et par conséquent en voie de division directe. Ces noyaux-germes sont assez nombreux. Noyaux aplatis dans la membrane de l'ampoule, dont quelques-uns viennent de se diviser et forment une paire.

Fig. 2. — *Scyllium catulus*. Dessin pris sur la même préparation.

Ampoule plus avancée. Les colonnes plus distinctes comprennent chacune environ 5 spermatoblastes. Noyaux-germes internes, dont un en voie de clivage. Les noyaux-germes sont moins nombreux que dans la fig. 1.

Fig. 3. — *Scyllium catulus*. Dessin pris sur la même préparation.

Ampoule dont les colonnes comprennent six rangs de spermatoblastes environ, et sont surmontées d'un noyau-germe arrondi et volumineux, unique pour chaque colonne, avec nucléïne pulvérisée, préparant une nouvelle division directe.

Fig. 4. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, étendue de son volume d'eau, alcool, coupes. Portion d'une ampoule à deux rangs de spermatoblastes.

Une colonne terminée par un noyau-germe bilobé, avec voie lactée, prélude d'une amitose. Les deux spermatoblastes, munis de leur couche mince et claire de cytoplasme, sont plongés, ainsi que le noyau-germe dans le protoplasme indivis ou protoplasme caduc.

Nombreux noyaux aplatis (noyaux-germes futurs) dans l'épaisseur de la membrane de l'ampoule, Objectif 0,4, apochromatique de Zeiss.

Fig. 5. — *Scyllium catulus*. Deux spermatoblastes avec leur corps nucléïnien en forme de réseau.

FIG. 6. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, étendue d'eau, alcools, coupes.

Trois colonnes d'une ampoule dont les spermatoblastes sont au nombre de 2 à 4 par colonne. Spermatoblastes bien formés. Noyaux-germes terminaux dont deux sont coniques et le troisième en forme de chapeau de gendarme. Chacun montre une voie lactée ou zone pulvérulente oblique, prélude d'une amitose. Noyaux très aplatis dans la membrane de l'ampoule.

FIG. 7. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, alcools, coupes, double coloration par l'hématoxyline et l'éosine.

Ampoule dont les colonnes renferment environ 10 à 12 spermatoblastes placés sur six rangs environ. L'extrémité interne de chaque colonne est occupée par un noyau-germe unique arrondi, volumineux, qui commence à prendre l'aspect des noyaux des spermatoblastes, et qui s'entourera d'une zone protoplasmique pour constituer le dernier protospermatoblaste de la colonne qui sera ainsi complétée.

A la base des colonnes apparaissent déjà nettement en saillie les cellules dites basilaires, ou noyaux-germes de la future génération de spermatozoïdes.

L'un d'eux est en voie d'amitose. D'autres viennent de se diviser et se présentent comme un couple.

FIG. 8. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Roule, alcools, coupes, double coloration par l'hématoxyline et l'éosine.

Ampoule ayant acquis tous ses protospermatoblastes, le noyau-germe interne s'étant lui-même transformé en spermatoblaste. Tous les éléments de chacune des trois colonnes sont plongés dans le protoplasme indivis ou caduc. A la base des colonnes, et surtout dans leurs intervalles, se voient les noyaux basilaires saillants ou noyaux germes de la future génération de spermatozoïdes. Les bords de la cavité sont surmontés par des flocons avec grains colorés par l'éosine. Object. D* à immersion de Zeiss. Ocul. compensateur n° 4.

FIG. 9. — *Scyllium catulus*. Dissociation dans la liqueur cuprique de Ripart et Petit. Coloration après lavage, par le carmin acétique de Schneider.

Protospermatoblaste avec forme réticulée du corps nucléïnien. Zone encore mince et très claire de protoplasme propre. Object. D* à immersion de Zeiss.

Fig. 10. — *Scyllium catulus.* Dissociation dans la liqueur cuprique de Ripart et Petit. Coloration par le vert méthyle acétique.

Pédoncule et portion de membrane d'une ampoule testiculaire encore non mûre. Le pédoncule est formé par un cordon conjonctif plein, avec nombreux noyaux. Ce n'est que plus tard que la lumière se formera dans ce cordon pour le transformer en canalicule séminifère.

Fig. 11. — *Scyllium catulus.* Liquide de Roule étendu de son volume d'eau, alcools, coupes colorées par le carmin boraté.

Deux protospermatoblastes d'âges différents, *a* spermatoblaste sur lequel apparaît la couche propre de cytoplasme sous forme de petites vésicules claires ; *b*, spermatoblaste sur lequel la couche cytoplasmique est déjà formée par la fusion des petites vésicules en grandes vésicules. Sur *b* est appliqué un noyau-germe en forme de croissant. Ces éléments sont plongés dans le protoplasme commun dont le réticulum à larges mailles polyédriques se distingue très nettement du cytoplasme propre des spermatoblastes.

Planche III

Fig. 1, 2, 3. — *Scyllium catulus.* Liqueur de Flemming, alcools, coupes hématoxyline et éosine.

Protospermatoblastes en voie de cinèse, observés dans des ampoules ayant encore une rangée interne des noyaux-germes. Ne se trouvent que dans quelques secteurs. Obj. J à immersion de Zeiss.

Fig. 4, 5, 6, 7. — Protospermatoblastes en voie de cinèse de la même préparation Obj. D* à immersion de Zeiss.

Fig. 8. — *Scyllium catulus.* Même préparation. Protospermatoblastes avec forme irradiée du corps nucléïnien, qui précède la cinèse Obj. D* à immersion de Zeiss.

Fig. 9, 10, 11, 12. — Diverses formes et phases de la cinèse de protospermatoblastes de la même préparation. Obj. D* à immersion de Zeiss.

Fig. 13. — *Scyllium catulus.* Même préparation. Cinèse à plaques polaires divergentes d'un deutospermatoblaste.

Fig. 14, 15, 16. — *Scyllium catulus.* Liqueur de Flemming, coupes colorées par l'hématoxyline et l'éosine.

Parois membraneuses de grandes ampoules à protospermatoblastes. Divers degrés de division, de multiplication, et de saillie des cellules basilaires, qui ne sont que des noyaux aplatis de la membrane se multipliant et formant saillie vers la cavité de l'ampoule.

FIG. 17. — *Idem.* Ici ont été conservés dans le dessin la rangée externe de protospermatoblastes, pour montrer leurs relations avec les cellules basilaires, et l'indépendance de leur cytoplasme et du protoplasme caduc.

FIG. 18. — *Idem.* *a*, *b*, deux cellules basilaires résultant d'une division directe d'un noyau de la membrane qui avait grossi. *c* noyau de la membrane situé dans une couche externe de la membrane et qui reste aplati.

FIG. 19. — *Idem.* Ampoules dont les spermatogemmes sont composés de deutospermatoblastes.

a, *b*, noyaux des couches internes de la membrane devenus clairs et saillants à l'intérieur pour former les futures cellules basilaires. *c*, *d*, noyaux des couches externes de la membrane restant colorés et aplatis.

FIG. 20. — *Idem.* Base d'une colonne à protospermatoblastes avec un spermatoblaste ayant sa couche de cytoplasme, et plongé dans le protoplasme caduc.

Au-dessous de lui, mais séparé par un feuillet très mince et soulevé de la membrane, se trouve un gros noyau-germe en voie de division directe par condensation pulvérulente.

Au dehors, enfin deux noyaux aplatis et colorés situés dans une couche externe de la membrane.

FIG. 21. — *Idem.* Base d'une colonne à protospermatoblastes.

Cette colonne repose sur une cellule de la membrane qui a beaucoup grossi et qui s'allonge et s'étrangle légèrement, en vue très probablement d'une division directe par clivage. Un noyau aplati et coloré dans la couche externe de la membrane; le feuillet très délicat qui sépare la cellule basilaire, du protoplasme caduc entourant les protospermatoblastes se voit très distinctement.

Planche IV

Fig. 1. — *Raja punctata*. Liqueur de Flemming, coupes, carmin aluné.

Portion de la membrane d'une ampoule remplie de protospermatoplastes ; noyaux de la membrane, les uns internes *f*, *d*, *c* renflés et en voie de division amitotique à divers degrés pour constituer les cellules basilaires, les autres externes aplatis, plus colorés se multipliant aussi. Le feuillet limitant en dedans les cellules basilaires se voit nettement, aussi bien que celui qui limite au dehors les cellules externes. Obj. à immersion homogène 2.0m de Zeiss. Oculaire compensateur 8.

Fig. 2. — *Scyllium catulus*. Traité par l'acide nitrique au tiers, carmin de Schneider : Dissociation dans la glycérine acétique.

Spermatogemme de tritospermatoblastes. A sa base une cellule basilaire avec son feuillet limitant interne qui la sépare du protoplasme caduc du spermatogemme. Portion de la membrane de l'ampoule avec ses noyaux aplatis.

Fig. 3. — *Idem*. Même préparation. Un noyau basilaire au-dessus duquel viennent converger les tritospermatoblastes déjà très modifiés et allongés pour se transformer en spermatozoïdes.

Fig. 4. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, coupes, hématoxyline et éosine.

Coupe d'un spermatogemme destinée à montrer la situation des tritospermatoblastes à la périphérie, leurs relations avec le protoplasme indivis ou caduc, la situation relative des noyaux, leur orientation, l'aspect pyriforme du corps nucléïnien, et la zone claire qui l'entoure.

Fig. 5. — *Idem*. Tritospermatoblaste déjà modifié en vue de sa transformation en spermatozoïde.

Fig. 6. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, coupes colorées au carmin de Schneider, et observées dans la glycérine.

Phase de transformation d'un tritospermatoblaste en spermatozoïde.

Fig. 7, 8. — *Raja clavata*. Liqueur de Flemming. Carmin aluné.

Phase de vésiculisation de la nucléïne à la surface du noyau,

Fig. 9. — *Scyllium catulus*. Idem plus avancé, avec condensation de la nucléïne centrale en une masse pyriforme.

Fig. 10. — *Idem*. Noyau avec commencement de vésiculisation de la nucléïne.

Fig. 11. — *Idem*. Tritospermatoblaste avec nucléïne de la surface vésiculisée. Vue suivant l'axe.

Fig. 12, 13, 14. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, carmin de Schneider. Dissociation dans la glycérine. Deux tritospermatoblastes et un noyau pendant la transformation en spermatozoïde. Obj. D* à immersion de Zeiss.

Fig. 15. — *Idem*. Tritospermatoblaste se transformant. Obj. 1/12 de pouce à immersion homogène de Zeiss.

Fig. 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22. — *Idem*. Diverses phases, formes et aspects de la transformation des tritospermatoblastes en spermatozoïdes. En 19, le corps nucléïnien présente la forme d'une succession moniliforme de vésicules.

Fig. 23, 24, 26, 27. — *Idem*. Divers aspects et formes du corps nucléïnien se déroulant sous forme d'une série moniliforme de vésicules, pour constituer la portion colorée de la tête du spermatozoïde.

Fig. 25. — *Idem*. Etat avancé d'un spermatozoïde non encore mur avec tête moniliforme. Liqueur de Flemming, carmin de Schneider.

Fig. 28, 29, 30. — *Raja punctata*. Trois spermatozoïdes peu avancés. Obj. 2,0m à immersion homogène de Zeiss.

Planche V.

Fig. 1. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, alcools, coupes dans le baume, coloration double par l'hématoxyline et l'éosine.

Portion basilaire de deux colonnes voisines de la même ampoule: l'une est représentée vide. Dans l'autre, on a représenté une partie des spermatozoïdes encore non mûrs. Les têtes flexueuses et entourées de leur gaîne hyaline sont plongées dans le protoplasme caduc granuleux qui occupe la base de la colonne. Les segments moyens sont formés par un protoplasme clair et réticulé qui occupe la portion centrale de la

colonne. Dans l'axe de ces segments moyens formés par le cytoplasme des tritospermatoblastes se distingue le filament caudal avec quelques grains très fins de nucléïne. Au point où le segment moyen est surmonté par le filament caudal libre, se trouve le *grain caudal*.

Entre les bases des deux colonnes est une grande cellule basilaire en voie de division directe par voie lactée pulvérulente. Son protoplasme est séparé de celui des colonnes ou protoplasme caduc, par un feuillet très aminci mais visible.

FIG. 2. — *Idem*. Spermatozoïde mûr avec portion nucléïnienne de la tête en fine spire.

FIG. 3. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Roule, alcools, coupes dans le baume, hématoxyline et éosine.

Deux spermatogemmes un peu plus avancés que ceux de la fig. 1. Têtes plus allongées et plus grêles, segments moyens réduits comme épaisseur.

Protoplasme caduc granuleux englobant les têtes, mais rétracté et condensé surtout autour des pointes céphaliques.

Sur les côtés et entre les bases des spermatogemmes se trouvent les cellules basilaires formant des cônes et dont les noyaux se divisent par amitose à voie lactée, pour donner naissance à la cellule dite basilaire définitive et au corps problématique.

Membrane de l'ampoule avec noyaux aplatis et très colorés, dont l'un à gauche s'est même dédoublé suivant le plan de l'aplatissement.

FIG. 4. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, coupes, hématoxyline et éosine.

Base de deux colonnes vues suivant leur axe montrant clairement deux régions très distinctes. Dans l'une le protoplasme est peu ou pas coloré en rose et renferme le faisceau des spermatozoïdes dont les têtes vues suivant leur axe forment une sorte de mosaïque en cercle. Ce protoplasme incolore est le protoplasme caduc. A côté se trouve une région moins étendue dont le protoplasme, bien coloré en rose, renferme soit un noyau en train de se diviser en trois par amitose, soit deux noyaux déjà séparés. Ces dernières régions représentent les cellules dites basilaires se divisant pour donner naissance au corps problématique.

Fig. 5. — *Scyllium catulus.* Même préparation. Deux faisceaux de spermatozoïdes au même stade que ceux de la fig. 4, mais vus latéralement. Beaux noyaux dans la membrane de l'ampoule. Cônes de la prochaine génération renfermant un noyau basilaire en train de se diviser par zone pulvérulente pour donner naissance au corps problématique.

Fig. 6. — *Idem.* Un de ces cônes isolés. La division du noyau est complète, et le noyau supérieur se sépare déjà et s'éloigne du noyau basilaire pour aller constituer le corps problématique. Sa nucléïne est pulvérisée comme s'il se disposait lui-même à une division directe, qui pourra se produire ou avortera par défaut de nutrition et par vésiculisation.

Fig. 7. — *Idem.* Mêmes explications.

Fig. 8. — *Idem.* Portion d'une ampoule plus avancée.

Le noyau supérieur s'est éloigné du noyau basilaire. Sa nucléïne s'agglomère, tandis que la périphérie forme une zone claire et hyaline. Le cône protoplasmique s'est allongé.

Planche VI.

Fig. 1. — *Scyllium catulus.* Liqueur de Flemming. Coupes dans le baume après double coloration par l'hématoxyline et l'éosine.

Faisceau des spermatozoïdes encore non murs. Le faisceau est fusiforme, renflé, tandis que plus tard il deviendra cylindrique. Les pointes céphaliques sont embrassées et réunies par une masse granuleuse qui n'est autre chose que le protoplasme caduc, qui s'est déjà rétracté et condensé vers la base du cylindre, et qui constitue là le vrai *cytophore*. Le faisceau et le cytophore sont plongés dans un liquide floconneux qui n'est autre que le liquide de la cavité de l'ampoule, qui vient occuper l'espace laissé vide par le retrait du protoplasme caduc. Au-dessous du cytophore se trouve la cellule basilaire nettement distincte du protoplasme caduc, et dans laquelle le noyau se divise amitotiquement avec voie lactée, afin de produire ainsi le noyau basilaire définitif et le corps problématique.

b. Est une cellule basilaire qui se trouve dans le même cas. La membrane renferme des noyaux germes aplatis.

Fig. 2. — *Idem.* Deux faisceaux voisins d'une ampoule plus avancée chez le même sujet. Les faisceaux de spermatozoïdes sont devenus cylindriques. Le retrait du protoplasme caduc (ou cytophore) s'est accentué et a, à la fois, rétréci et resserré le faisceau, et rapproché les têtes de la membrane de l'ampoule. En outre, la base des faisceaux a chevauché sur les cellules basilaires et ne repose plus sur elles. Les cellules basilaires ont grandi et se sont développées en hauteur dans l'intervalle des faisceaux de spermatozoïdes. Chacune possède un protoplasme conique contenant deux noyaux, dont l'inférieur constitue le noyau basilaire définitif, et dont le supérieur est en train de se modifier pour former le corps problématique, Pour cela il acquiert une zone périphérique claire, incolore, hyaline, tandis que sa nucléïne s'est transformée en petites vésicules qui se sont confondues et fusionnées en une grande vésicule elliptique dont l'affinité pour les colorants s'est affaiblie. La planche donne à tort un aspect grenu à cette grande vésicule, qui paraît homogène dans la nature.

Dans la membrane de l'ampoule sont des noyaux-germes aplatis.

Fig. 3. — *Idem.* Dessin à demi schématique de la constitution des spermatozoïdes à une phase encore peu avancée.

En bas, la pointe céphalique incolore formée par une série conique de vésicules.

Au-dessus, une série de vésicules ou grains très colorés et très réfringents qui constitueront la tête, en se subdivisant et se fusionnant en une tige ou baton plus ou moins spiralée.

Au-dessus, le segment moyen, composé de vésicules incolores qui recouvrent la première portion du filament caudal.

Enfin en haut le filament caudal nu.

Fig. 4. — *Raja punctata.* Liqueur de Flemming, coupes dans le baume, coloration par le carmin aluné.

Faisceau de spermatozoïdes encore non murs. On y distingue bien les pointes céphaliques plantées dans le protoplasme caduc qui a commencé déjà son retrait. La partie colorée des têtes est formée d'une agglomération de grains ou de vésicules très réfringentes et très colorées.

Les segments moyens sont vésiculeux et incolores.

Ce faisceau repose sur une cellule basilaire dont il se distingue très nettement, le protoplasme de celle-ci étant clair et

occupé par un réseau délicat. Le noyau commence à s'allonger et à se déformer. Il se prépare à une division directe. Dans la membrane est un noyau-germe ap'ati.

Fig. 5. — *Idem*. Un des spermatozoïdes du faisceau de la fig. 4 isolé, pour en montrer la constitution. La pointe céphalique est peu accentuée, mais on distingue nettement la partie moniliforme et irrégulière de la tête entourée de sa gaîne hyaline et incolore. Au-dessous se trouve le dessin d'une autre tête sans sa gaine, pour montrer sa forme irrégulière et inégale.

Fig. 6. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, coupes, hématoxyline et éosine.

Deux faisceaux de spermatozoïdes voisins de la maturité.

Les cellules basilaires ont une forme très intéressante. Leur partie périphérique reste au-dessous du faisceau, tandis que la partie centrale a pénétré comme un coin entre les faisceaux de spermatozoïdes avec son noyau appelé à donner le corps problématique.

Cette figure a un très grand intérêt, car elle montre le corps nucléïnien du noyau basilaire définitif *se vésiculisant* aussi bien que le corps nucléïnien du noyau interne qui sera le corps problématique.

Fig. 7. — *Idem*. Faisceau d'une ampoule plus avancée.

Le noyau interne n'est plus représenté que par la vésicule nucléïnienne, déjà ratatinée, amoindrie, et très faiblement colorée. Le protoplasme conique se sépare facilement du faisceau des spermatozoïdes.

Planche VII

Fig. 1. — *Scyllium catulus*. Liquide de Roule, dissociation dans la glycérine picrocarminatée.

Vue semi schématique d'une ampoule déjà avancée, suivant le plan de son méridien. Cette préparation montrait d'une manière très nette les cellules basilaires sur lesquelles reposaient les faisceaux de spermatozoïdes, et dans la membrane de l'ampoule des noyaux-germes aplatis déjà nombreux et assez régulièrement répartis, comme pour fournir une nouvelle génération de cellules basilaires.

Les corps problématiques n'étaient pas apparents, soit qu'ils

dussent ne se former que plus tard, soit qu'ils dussent ne pas se former du tout.

Fig. 2. — *Idem*. Un des faisceaux de la fig. 1, mis en liberté par la dissociation. A sa base une grande cellule basilaire non encore divisée, et dont le protoplasme se distingue nettement du protoplasme caduc, dans lequel sont plongées les pointes céphaliques des spermatozoïdes. Un noyau-germe dans la membrane.

Fig. 3. — *Scyllium catulus*. Liquide de Flemming, coupes dans le baume, hématoxyline.

Portion d'une ampoule touchant à la maturité. Un faisceau de spermatozoïdes avec son protoplasme caduc réduit et circonscrit au voisinage de la membrane de l'ampoule.

Une grande cellule conique renfermant deux noyaux, dont l'inférieur a la structure normale, mais où les grains de nucléïne tendent à devenir rares et à se vésiculiser en partie, et dont le supérieur s'est modifié de manière à former un corps problématique vésiculeux, entouré d'une zone claire et incolore.

Des noyaux-germes aplatis dans la membrane de l'ampoule.

Fig. 4. — *Scyllium catulus*. Liquide de Flemming, alcools, coupes, dans le baume, carmin aluné.

Portion d'ampoule d'où les faisceaux de spermatozoïdes viennent d'être mis en liberté et expulsés.

Grandes cellules coniques dont les grands noyaux basilaires sont occupés par un réseau à larges mailles, où les grains de nucléïne sont très rares ou absents.

a. Une de ces cellules où le corps problématique existe encore mais très ratatiné et incolore.

b, *c*. Cellules où le corps problématique a disparu.

d. Cellules dont le protoplasme caduc commence à se désagréger par le sommet.

Nombreux noyaux-germes aplatis dans la membrane, peu colorés.

Fig. 5. — *Idem*. Portion d'une ampoule dont la dégénérescence est plus avancée. Les noyaux sont tout à fait incolores. Leur réticulum est granuleux et en voie de désagrégation.

Le somme des cônes de protoplasme caduc a disparu; et il n'en reste qu'au voisinage de la membrane.

FIG. 6. — *Idem.* Portion d'une ampoule plus avancée encore comme dégénérescence. Les noyaux sont granuleux et leur réseau a disparu. Le protoplasme caduc est rare. Les noyaux-germes de la membrane sont ratatinés et peu colorés.

FIG. 7. — *Idem.* Ampoule près de disparaître par aplatissement et résorption. Il ne reste que quelques rares noyaux pâles et dégénérés; le protoplasme caduc a à peu près disparu.

FIG. 8. — *Scyllium catulus.* Acide nitrique au tiers, carmin de Schneider, dissociation dans la glycérine.

Noyau de tritospermatoblaste se modifiant pour former la tête d'un spermatozoïde. Nucléïne pyriforme. Pointe céphalique. Gaine hyaline.

FIG. 9. — *Idem.* Tritospermatoblaste avec noyau dont les grains superficiels se vésiculisent et se décolorent. Nucléïne pyriforme.

FIG. 10 et 11. — *Raja punctata.* Dissociation dans la liqueur cuprique de Ripart et Petit, vert méthyle acétique.

Deux noyaux de tritospermatoblastes se modifiant, la fig 10 vue de face, la fig. 11 latéralement.

FIG. 12. — *Scyllium catulus.* Liquide Flemming, coupes, carmin boraté et carmin d'indigo.

Noyau de protospermatoblaste autour duquel apparaît le protoplasme propre sous forme de vésicules très claires.

FIG. 13. — *Idem.* Quelques vésicules qui se distinguent très nettement des mailles à réseau granuleux du protoplasme caduc.

FIG. 14. — *Idem.* Accumulation inégale des vésicules claires autour du noyau.

FIG. 15. — *Scyllium catulus.* Acide nitrique au tiers, carmin de Schneider, dissociation.

Protospermatoblaste vu de face. Vésicules centrales colorées du noyau. Vésicules périphériques incolores du noyau. Protoplasme incolore réticulé.

PLANCHE VIII.

FIG. 1. — *Scyllium catulus.* Liquide de Flemming, alcools, coupes, carmin boraté et carmin d'indigo. Protospermatoblaste. Noyau à corps nucléïnien réticulé coloré en rose. Le cyto-

plasme de la cellule commence à apparaître sous forme d'une couronne de vésicules hyalines colorées en bleu. Autour est le protoplasme caduc coloré en bleu également, mais à réseau lache et granuleux. Objectif à immersion homogène 2,0^{mm} de zeiss.

Fig. 2 et 3. — *Idem*. Liquide de Roule étendu d'une égale quantité d'eau, coupes, hématoxyline et éosine.

Deux phases précoces de la transformation d'un tritospermatoblaste en spermatozoïde.

Fig. 4 et 6. — *Idem*. Acide azotique au tiers, coupes, carmin de Schneider.

Deux tritospermatoblastes avec modification du noyau, et transport du cytoplasme.

Fig. 5. — *Idem*. Même préparation. Noyau de tritospermatoblaste montrant bien la masse pyriforme de la nucléïne, et les vésicules superficielles peu colorées, et avec dépôt de grains très colorés.

Fig. 7 et 8. — *Idem*. Même préparation. Deux tritospermatoblastes avec orientation longitudinale commençante des mailles et des vésicules protoplasmiques centrales.

Fig. 9. — *Idem*. Même préparation. Etat plus avancé de la transformation de deux tritospermatoblastes. La masse nucléïnienne apparaît nettement comme formée de vésicules réfringentes, colorées, et pressées les unes contre les autres.

Fig. 10. — *Idem*. Même préparation, montrant l'origine du filament caudal par le feutrage et la convergence des filaments du réseau protoplasmique.

Fig. 11 et 12. — *Idem*. Même explication.

Fig. 13. — *Idem*. Même préparation.

Deux spermatozoïdes encore peu avancés, mais succédant aux formes des fig. 9, 10, 11, 12. Le corps nucléïnien commence à se dérouler sous forme de quelques grosses vésicules rares qui sont appelées à donner la portion chromatique de la tête. La pointe céphalique est formée par quelques vésicules incolores. Le segment moyen est formé de vésicules incolores, disposées en série, terminée par le *grain caudal*, et suivies du filament caudal. Demi schématique.

Fig. 14. — *Idem*. Même préparation.

Deux spermatozoïdes. Vésicules céphaliques plus nombreuses et plus petites. Séries de vésicules protoplasmiques entourant le filament caudal jusqu'au grain caudal et formant le segment moyen. Partie caudale du filament entouré de cytoplasme rare avec petites granulations incolores.

Fig. 15.— *Scyllium catulus*. Liquide de Roule dilué, coupes, carmin boraté.

Spermatozoïde encore peu avancé ; la nucléïne commence à s'allonger. Poussière chromophile dans le cytoplasme du segment moyen sur les filaments du réseau, et sur le filament caudal.

Fig. 16 et 17. — *Raja punctata*. Liquide cuprique de Ripart et Petit, vert méthyle acétique.

Deux noyaux de tritospermatoblastes commençant à se modifier ; le 16 est vu de côté, le 17 de face.

Fig. 18 et 19. — *Scyllium catulus*. Acide nitrique au tiers, carmin de Schneider, dissociation dans la glycérine.

Deux tritospermatoblastes se modifiant pour former des spermatozoïdes. Forme en poire de la nucléïne. Vésicules peu colorées ou décolorées de la surface du noyau. Même préparation.

Fig. 20. — *Idem*. Noyau avec nucléïne pyriforme, couche incolore superficielle, et grains de nucléïne destinés à former la *coiffe céphalique* d'Hermann.

Fig. 21, 22, 23, 24, 25. — *Idem*. Même préparation. Tritosperma toblastes se modifiant pour devenir des spermatozoïdes.

Fig. 26. — *Idem*. Série de vésicules nucléïniennes commençant à se subdiviser pour former une tête allongée. Pointe céphalique vésiculeuse incolore avec quelques grains très fins, colorés.

Fig. 27, 28, 29, 30. — *Scyllium catulus*. Liqueur de Flemming, coupes, coloration à l'hématoxyline. Tritospermatoblaste, et deux noyaux en voie de transformation.

Fig. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37. — *Idem*. Même préparation. Phases plus ou moins avancées de la transformation des tritospermatoblastes. Les filaments caudaux devraient être beaucoup plus longs. Ils ont été réduits par suite du défaut d'espace.

Planche IX.

Fig. 1, 2, 3, 5. — *Acanthias Blainvillii*. Liquide de Boveri, carmin aluné, coupes.

Diverses phases de la transformation des tritospermatoblastes en spermatozoïdes. Les fig. 3 et 4 représentent seulement le noyau, et montrent le déroulement et la division croissante des vésicules du corps nucléïnien entouré de la gaine claire ou hyaline.

Fig. 6 à 15. — *Idem*. Liquide de Flemming, coupes, hématoxyline et éosine.

Diverses phases de ces mêmes transformations.

Fig. 16 à 22. — *Scyllium catulus*. Liquide de Flemming, coupes colorées par l'hématoxyline.

Diverses phases de ces mêmes transformations.

Les fig. 16, 17, 18, représentent des noyaux de tritospermatoblastes avec le corps nucléïnien vésiculisé.

Les autres figures (19 à 22), ont trait à des tritospermatoblastes complets.

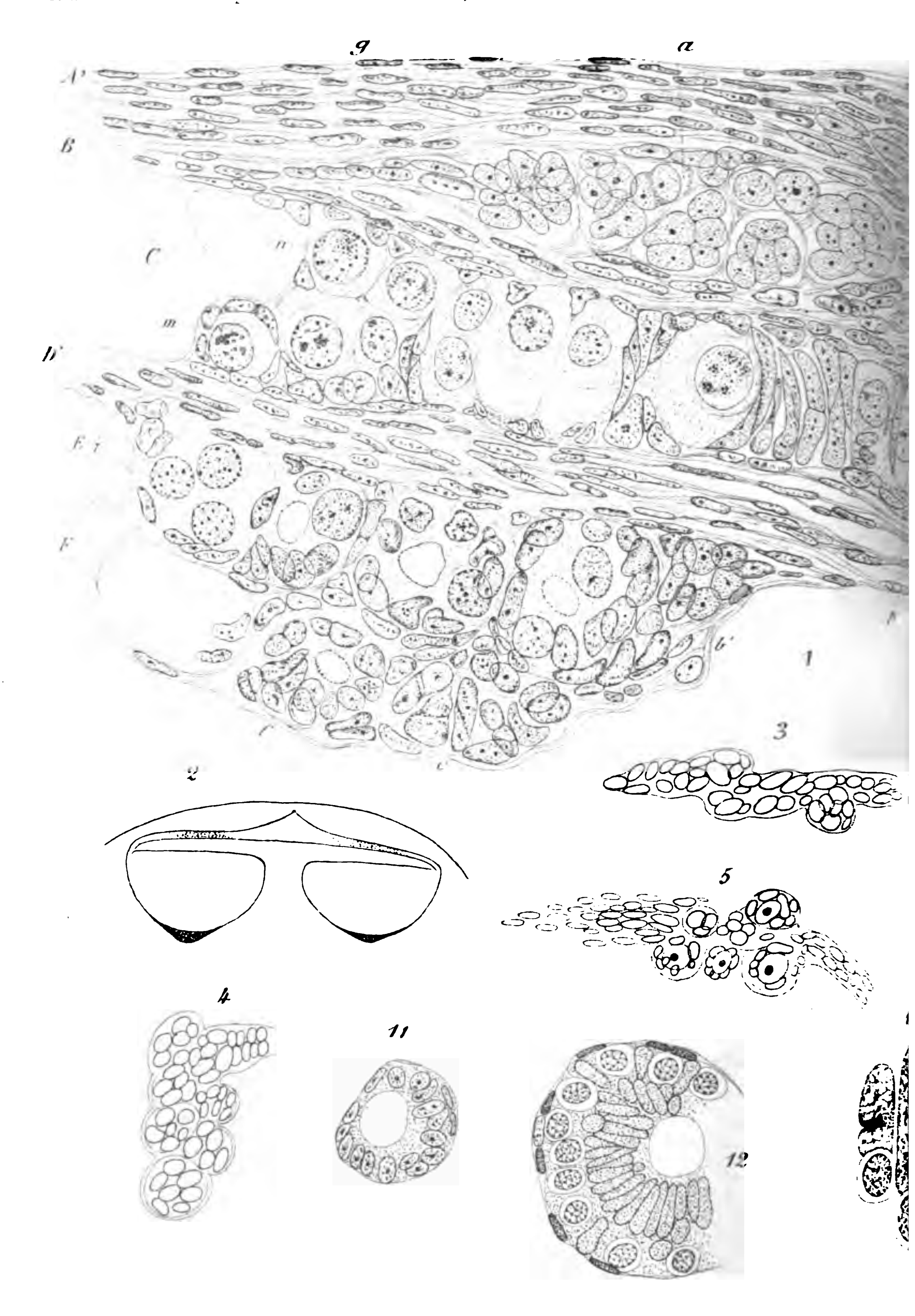
Fig. 23. — *Scyllium catulus*. Acide nitrique au tiers, dissociation dans le carmin de Schneider.

Déroulement de la nucléïne. Pointe céphalique. Segment moyen avec sa poussière nucléïnienne.

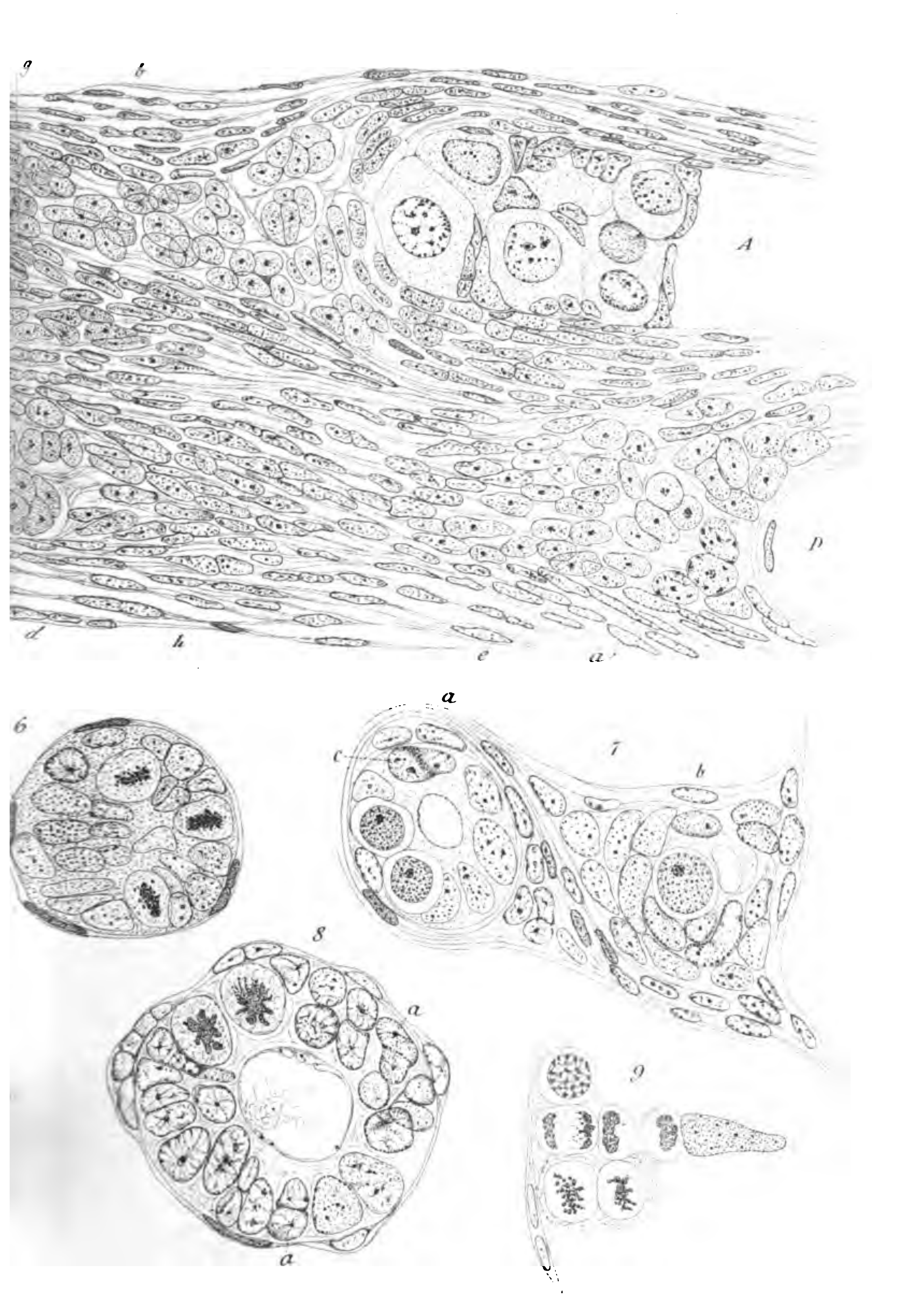
Fig. 24. — *Raja punctata*. Liquide de Flemming, carmin aluné.

Tritospermatoblaste en voie de se transformer en spermatozoïde. Noyau avec corps nucléïnien vésiculeux entouré de vésicules hyalines. Coiffe céphalique vésiculeuse. Protoplasme avec réseau à grains chromophiles tendant à former par son feutrage le filament caudal.

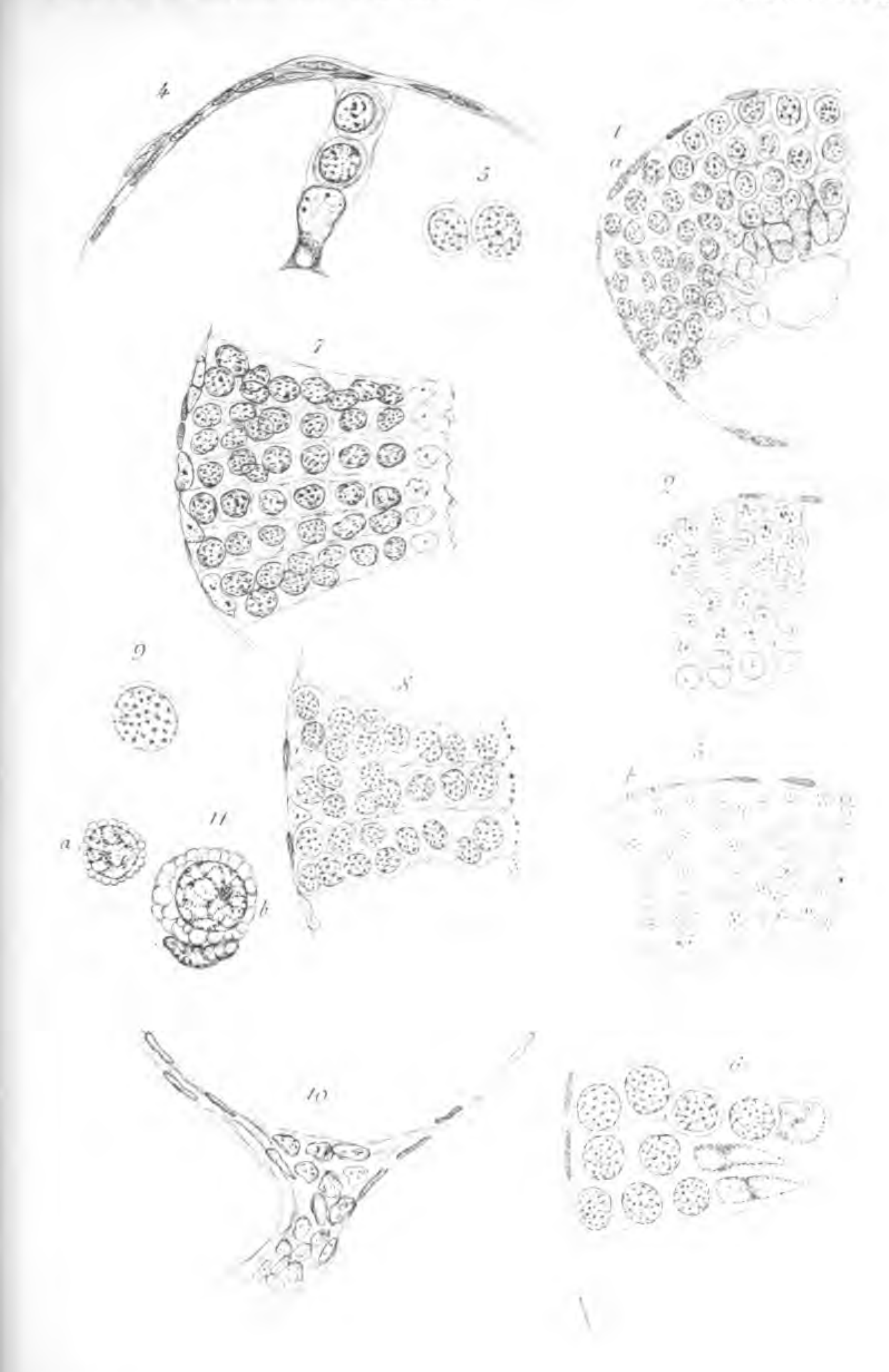
Montpellier — Typographie et Lithographie Charles Boehm.



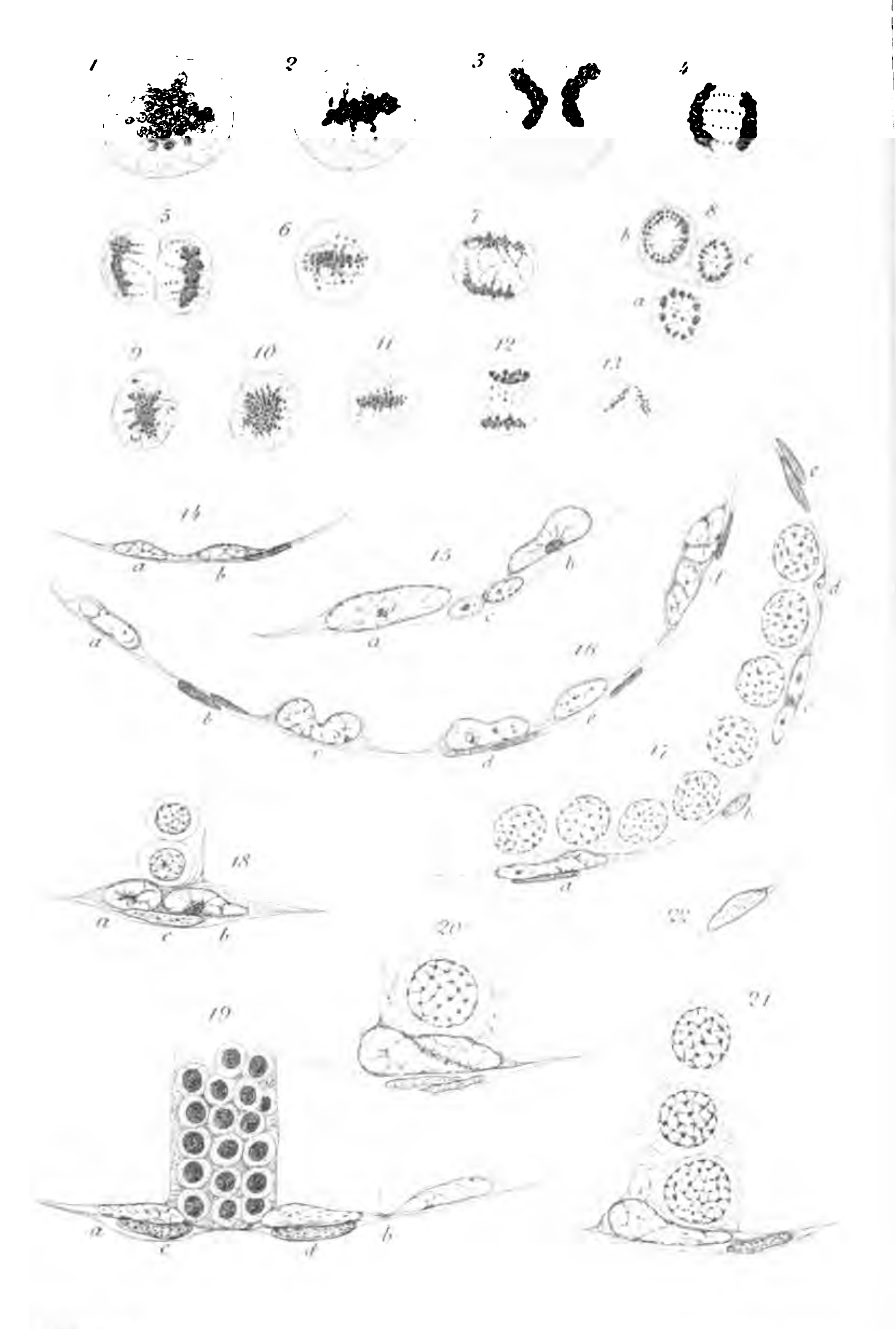
A. Sabatier del.



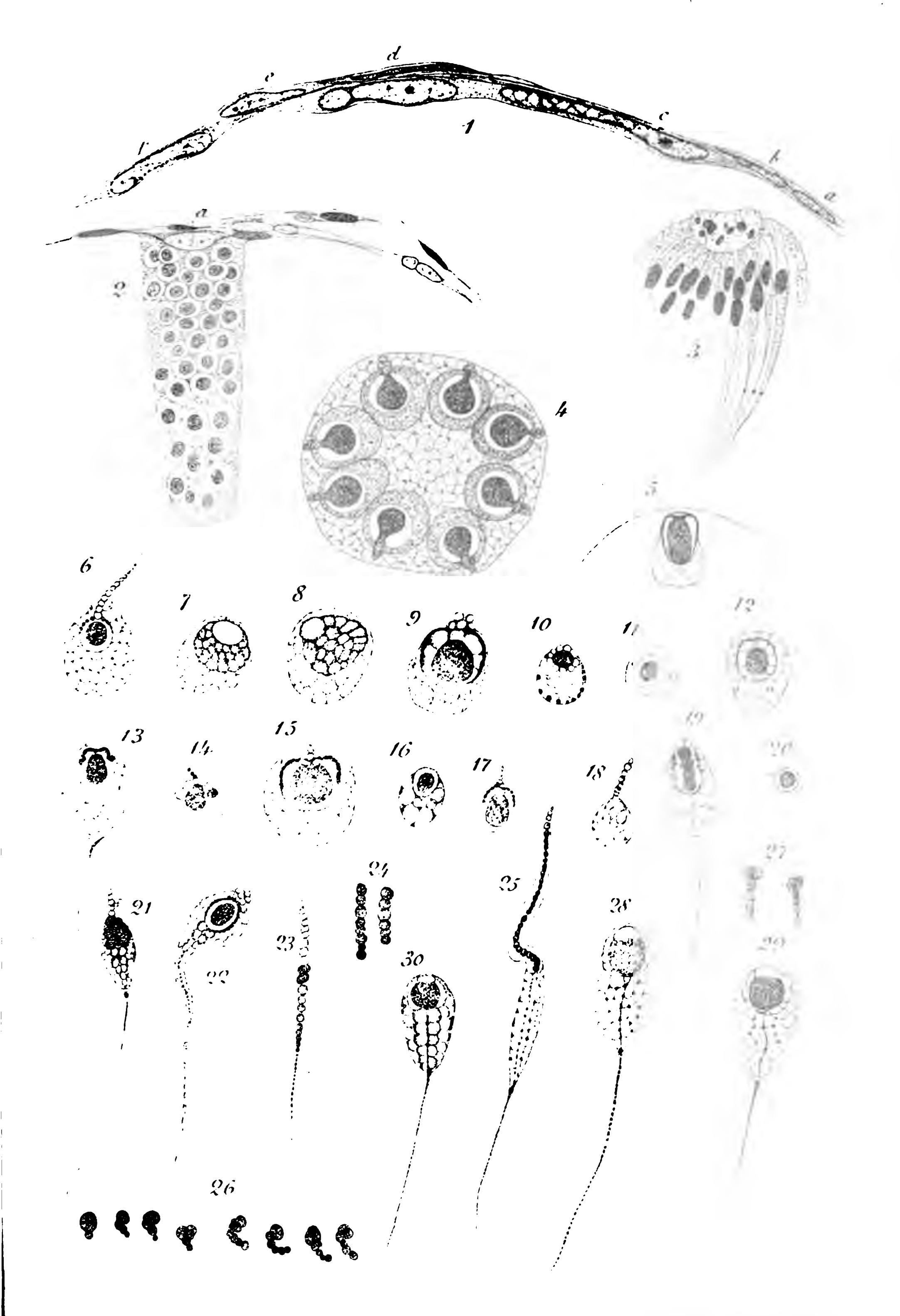
Lith. L. Combes Montpellier



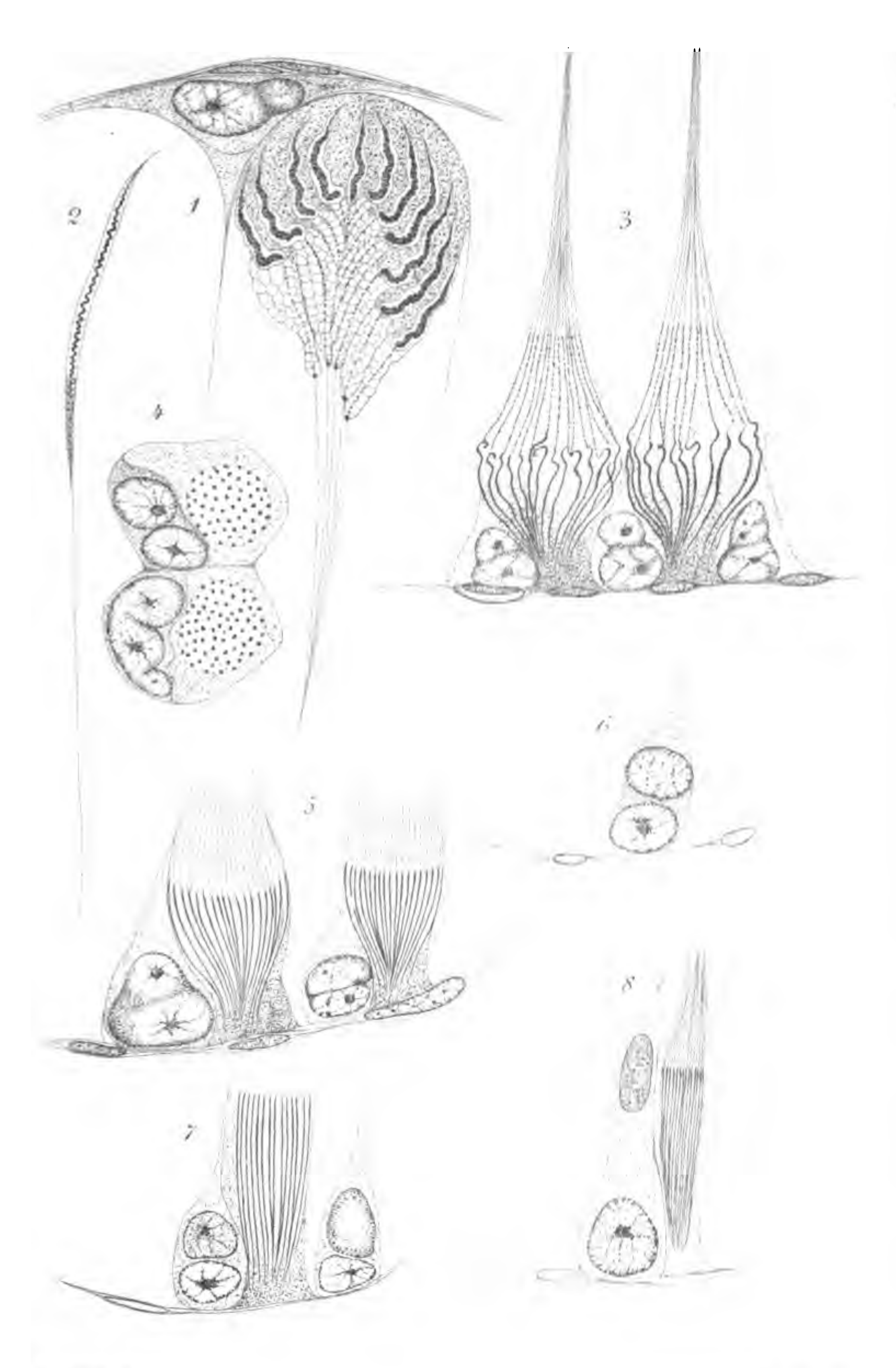
A. Sabatier del.



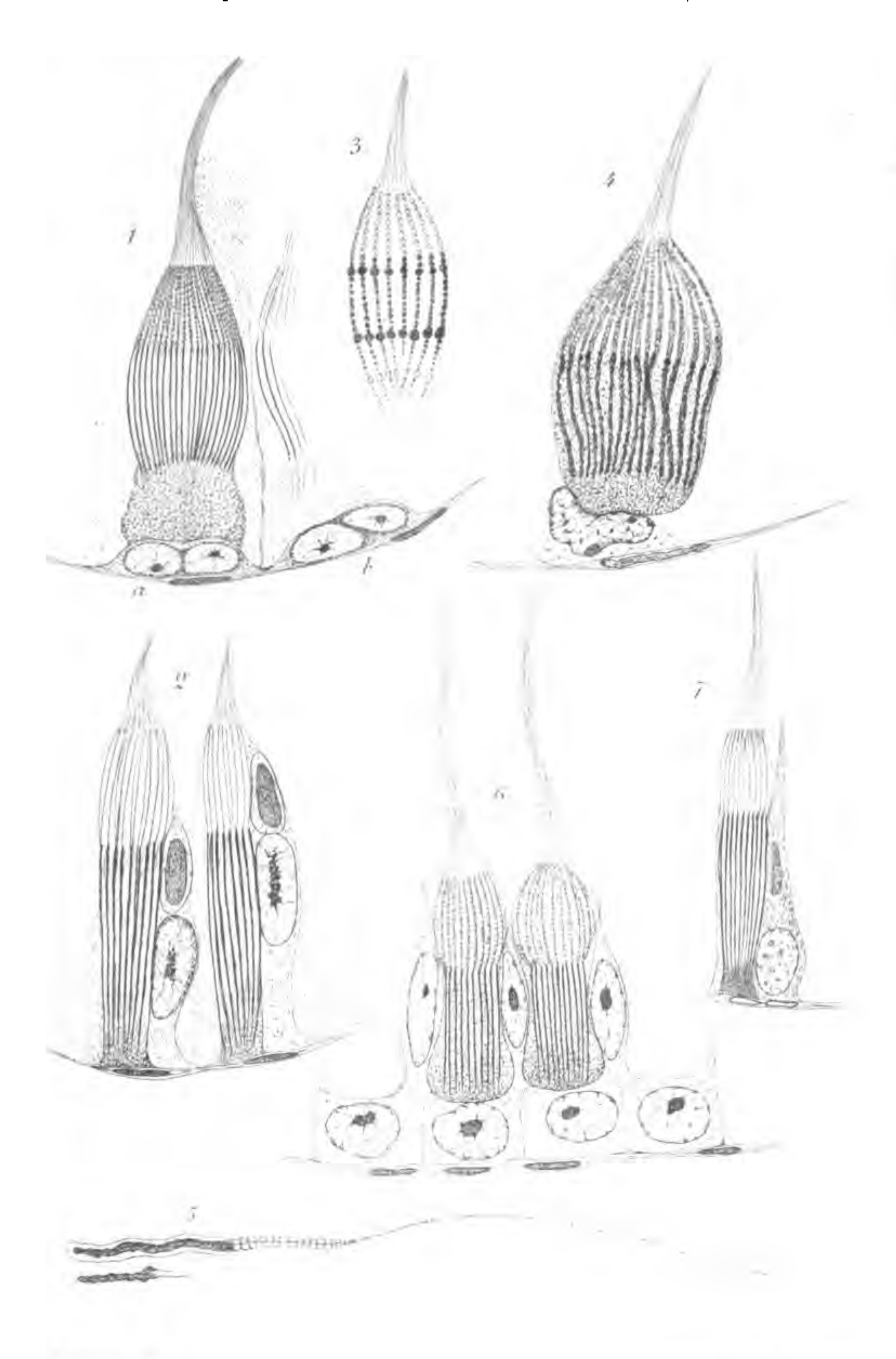
A. Sabatier, del.



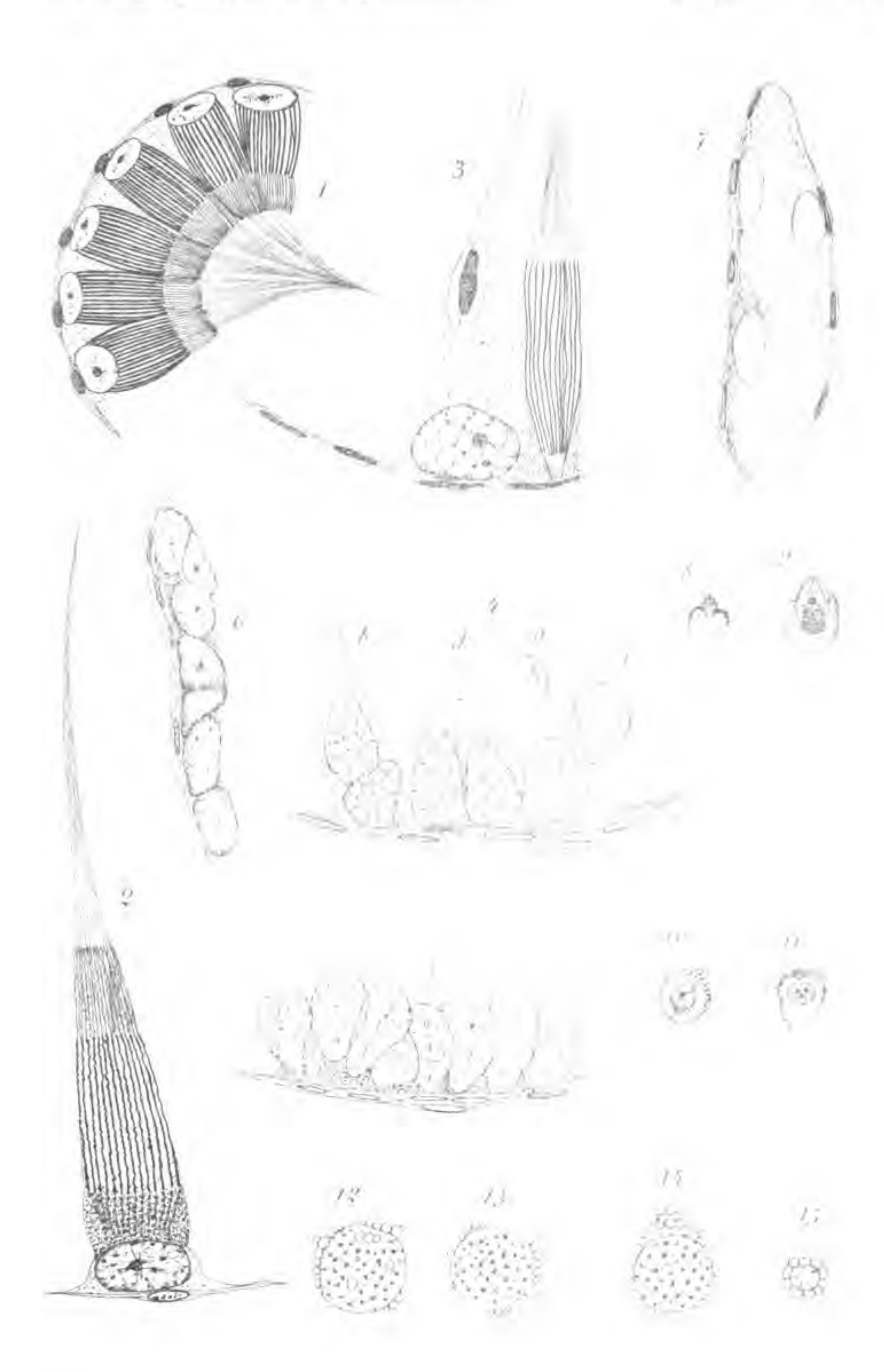
A. Sabatier del.



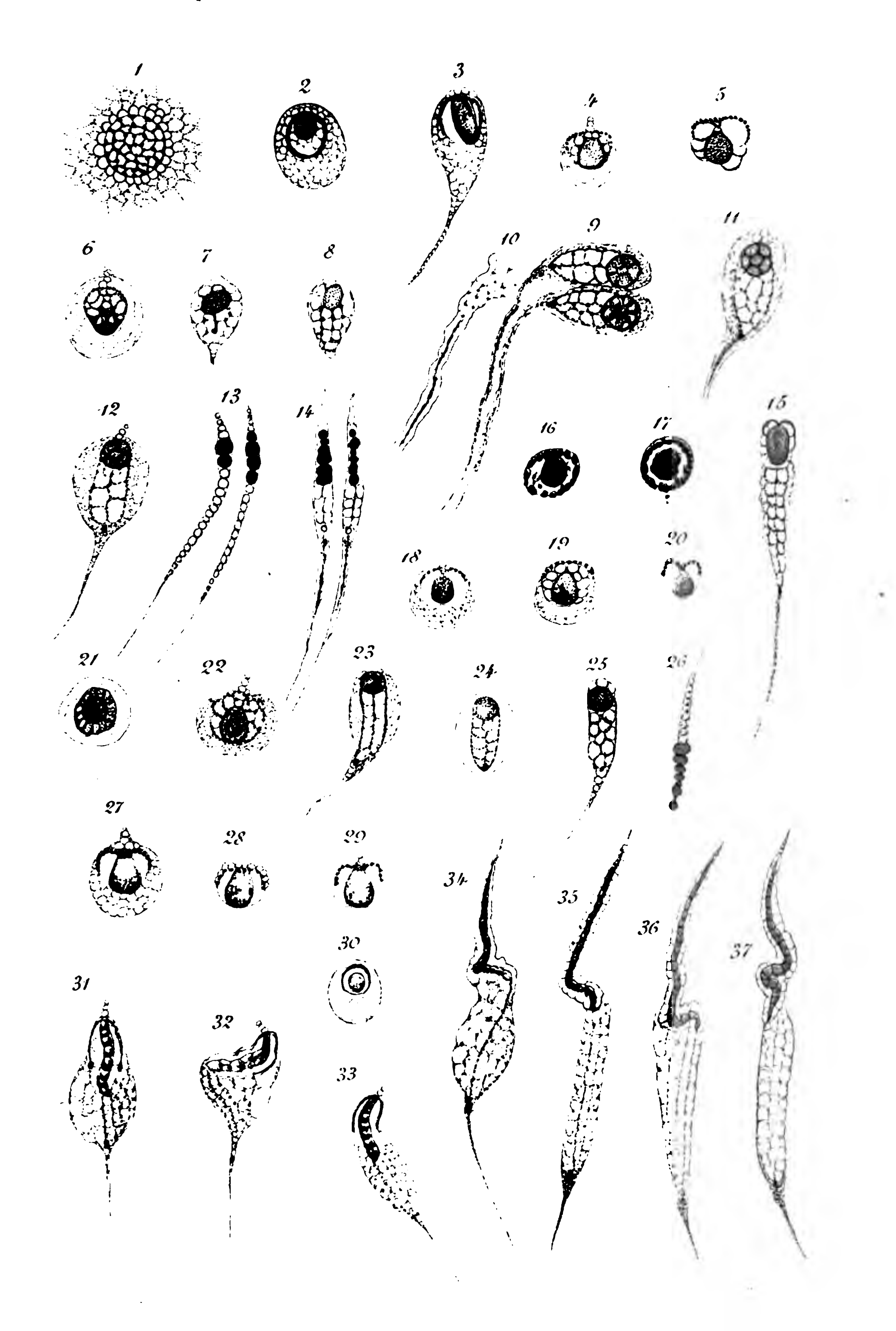
A. Sabatier del.



A. Sabatier del.

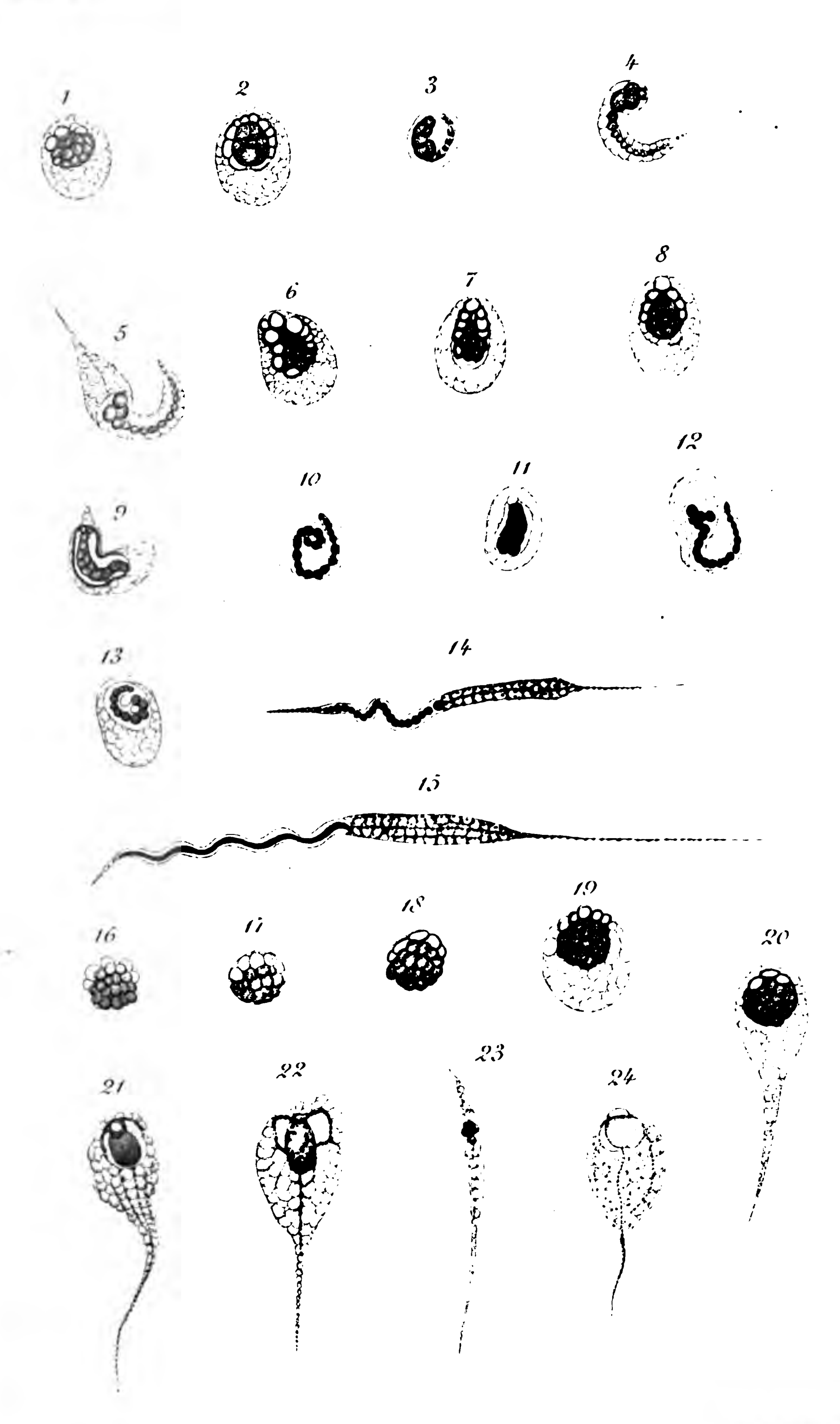


A. Sabatier del.



A. Sabatier del.

Lith. L. Combes, Montpellier.



A. Sabatier del. Lith. L. Combes, Montpellier

Fascicule 2 (1856). P. Gervais (5), Ch. Martins (4), Marcel de Serres (5), E. Roche, Chancel, P. de Rouville, Legrand, Viard, Jeanjean, Marès... 8.50

— 3 (1857) H. Marès, E. Roche, Marcel de Serres (3), Le Rique de Monchy (2), Viard, Lenthéric neveu, G. Chancel (2), Parès, P. Gervais (3). 8

Tome IV (1858-1860)........................ 23

Fascicule 1 (1858). P. Gervais (2), Montrouzier, Chancel, Marcel de Serres, Berger, Le Rique de Monchy (2), Lenthéric, Reynès et de Rouville, Graff, E. Roche (2)........................ 6

— 2 (1859). P. Gervais (2), E. Roche, Lenthéric, Marcel de Serres (3), E. Rouché, Raynaud, Chancel, Diacon, Cazalis de Fondouce, Ch. Martins. 9

— 3 (1860). Ch. Martins, P. Gervais (2), E. Roche (3), Désormeaux, Marcel de Serres (3), Cazalis de Fondouce, Lenthéric................ 6

Tome V (1861-1863)........................ 23

Fascicule 1 (1861). E. Roche (2), Diacon (2), Lenthéric, Moitessier, Martins, P. Gervais, Chancel........... 10

— 2 (1862). Martins, E. Roche (2), Viala, Marcel de Serres (3), Berger, Gervais (3), Wolf et Diacon, Moitessier, Jeanjean........... 8

— 3 (1863). P. Gervais (3), Martins (2), O. Bonnet, Béchamp, Roche (2), Moitessier........ 5

Tome VI (1864-1866)........................ 23

Fascicule 1 (1864). Berger, Roche, Diacon (2), Chancel (2), Gervais (3), Brinckmann, Loret, Moitessier. *(épuisé)*

— 2 (1865). Martins, Gervais (3), Roche (2), Chancel (2), Jeanjean (2), Diacon et Wolf........... 6

— 3 (1866). Duclos, Chancel, Crova, Roche (2), Garlin, Moitessier, Martins (2), Lallemand, Loret. 6

Tome VII (1867-1870)........................ 23

Fascicule 1 (1867). Roche (3), Martins (4), Collomb, Gervais Vaillant, Le Rique de Monchy, Diacon... 6

— 2 (1868). Gervais, Vaillant, Le Rique de Monchy, P. de Rouville, Lallemand (3), Diacon......*(épuisé)*

— 3 (1869). Duval-Jouve, Martins et Chancel, Combescure (2)............................ 6

— 4 (1870). Combescure, Duval-Jouve (2), Martins..... 4

Tome VIII (1872-1875)........................ 23

Fascicule 1 (1872). Martins, (2), Duval-Jouve (2), Crova, Munier, Boussinesq........................ 6

— 2 (1873). Crova, Cazalis de Fondouce, Duval-Jouve, Roche (2), Martins, Munier............. 6

— 3 (1874). Duval-Jouve, Sabatier.................. 6

— 4 (1875). Lenthéric.............................. 5

Tome IX (1876-1879)...................... 23

Fascicule 1 (1876)..... Crova, Duval-Jouve, Martins......... 6.50

— 2 (1877-1876). Roche (2), Guinard, Crova (2), Duval-Jouve, Martins, Sabatier............ 7.50

— 3 (1879)..... Sabatier.......................... 9

Tome X (1880-1884)........................ 23

Fascicule 1 (1880-1881) Caurchet, Cazalis de Fondouce, Crova (2), Roche........... .... 7.50

— 2 (1882)..... Roche (2), Crova (2), Sabatier........ 7.50

— 3 (1883-1884) Combescure, Crova (5), Sabatier, Pauchon, Tisserand, Garbe........... 6

Tome XI (1885-1892)........ 15

Fascicule 1 (1885-1886) Houdaille (3), Combescure (2), Crova (3), Dautheville, Brocard (2), de Rouville. 6

— 2 (1887-1890) Crova (4), de Forcrand, Fabry....... 4.50

— 3 (1890-1892) Flahault......................... 4.50

ACADEMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES

DE LA SECTION DES SCIENCES

SUR QUELQUES

DÉRIVÉS AMINÉS ET POTASSIQUES

DE

LA BENZOQUINONE

Par Ch. ASTRE
Chargé du Cours de Chimie à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Montpellier

2e SÉRIE — TOME II.

N° 4.



MONTPELLIER
CHARLES BOEHM, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE, RUE D'ALGER, 10

1896

PRIX DES MÉMOIRES

DE

[illegible] DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

1re série, in-4°, de 1847 à 1892

La collection complète des trois Sections..........	26 vol.	Fr. 540
La collection de la Section de Médecine...........	6 —	106
La collection de la Section des Sciences...........	11 —	251
La collection de la Section des Lettres............	9 —	183

SECTION DES SCIENCES

Tome I (1847-1850).................. Fr. 25

Fascicule 1 (1847). Dunal, Marié-Davy (3), Gergonne, Marcel de Serres, Rafeneau-Delile, Gerhardt, P. Gervais............................ 4

— 2 (1848). Peytal (2), Roche, Marcel de Serres (2), O. Bonnet, Chancel, Dunal (3), de Girard, P. Gervais.......................... 10

— 3 (1849). P. Gervais (2), Marcel de Serres, Marié-Davy, Roche, Chancel, de Girard, Lenthéric.... 5

— 4 (1850). Marié-Davy, Roche, Marcel de Serres, P. Gervais (3), Lenthéric, Peytal, Chancel.. 6

Tome II (1851-1854)...................... 25

Fascicule 1 (1851)..... Lenthéric, Roche, Marcel de Serres, de Rouville, P. Gervais (2), Dunal. 5

— 2 (1852-1853) Lenthéric, Lenthéric neveu (2), Roche (3), Marcel de Serres (2), Marié-Davy (2), A. Godron, P. Gervais (2), Sallières, Courty.......................... 7.50

— 3 (1854)..... Marcel de Serres (2), Ch. Martins (2), Roche, Marié-Davy, Lenthéric neveu, H. Faure.......................(*épuisé*)

Tome III (1855-1857)...................... 25

Fascicule 1 (1855). Parès, Marcel de Serres, Charles Martins, E. Roche............................ 8.50

SUR QUELQUES

DÉRIVÉS AMINÉS ET POTASSIQUES

DE

LA BENZOQUINONE

INTRODUCTION

Après l'impulsion donnée à l'étude des quinones par les travaux de Grœbe, Fittig, Hesse, etc., les recherches sur ces corps ont subi un temps d'arrêt, et l'on ne compte guère dans ces dernières années qu'un petit nombre de mémoires relatifs à leur étude.

Les derniers travaux des chimistes sur ces substances ont surtout pour objet de démontrer la nature dicétonique de la benzoquinone, que quelques auteurs persistaient à regarder comme ayant une constitution différente de celle des autres quinones.

C'est ainsi que Hofmann, Zincke, Hebebrand, Knapp, Schultz, etc., en étudiant l'action des amines primaires et des aminophénols sur la benzoquinone, ont montré qu'il se forme des dérivés quinoniques, résultant de la substitution de deux groupes monovalents (AzHR)' à deux atomes d'hydrogène de la quinone, et que l'on peut dans les composés ainsi formés, comme dans les dicétones,

remplacer un atome d'oxygène quinonique par le radical divalent (AzR)″.

Dans la même voie et en opérant avec les acides aminobenzoïques, nous avons constaté, en collaboration avec M. J. Ville, que les amines acides donnent également des dérivés quinoniques par substitution de un ou deux groupements (AzHR)′ à un ou deux atomes d'hydrogène, ces dérivés pouvant à leur tour permettre le remplacement d'un atome d'oxygène quinonique par un groupe divalent (AzR)″.

L'action des amines à fonction simple ou à fonction mixte semblait ainsi ne mettre en jeu qu'un ou deux atomes d'hydrogène du noyau quinonique. On pouvait dès lors prévoir que la benzoquinone se comporterait de même vis-à-vis des métaux, en particulier des métaux alcalins, et qu'elle pourrait donner des dérivés mono et bi-métalliques. Aussi, après avoir étudié l'action des acides aminés sur la benzoquinone, avons-nous été amené à étudier sur ce corps l'action des métaux alcalins.

Ces recherches nous ont permis d'obtenir des dérivés potassiques de la benzoquinone ainsi que les produits d'oxydation correspondants.

Nous diviserons donc cette étude en trois parties :

Dans la première partie se trouvent décrits les différents dérivés quinone-aminobenzoïques que nous avons obtenus ; certains en collaboration avec M. J. Ville[1].

La deuxième partie comprend les dérivés métalliques que nous avons pu isoler en faisant agir le potassium sur la benzoquinone.

Enfin l'étude des produits d'oxydation de ces dérivés quinone-potassiques fait l'objet de la dernière partie de ce travail.

[1] C. R., tom. CXX, pag. 684, et tom. CXX, pag. 878

PREMIÈRE PARTIE

DÉRIVÉS AMINOBENZOIQUES DE LA BENZOQUINONE

Avant d'aborder l'exposé de nos recherches, nous résumerons aussi brièvement que possible les faits déjà connus touchant l'action de l'ammoniaque et des composés aminés sur les quinones.

Hofmann[1], le premier, en faisant agir l'aniline sur la benzoquinone, en liqueur alcoolique bouillante, obtint des écailles d'un rouge brun, à éclat presque métallique, auxquelles il attribua la constitution suivante :

$$\left.\begin{matrix}(C^6H^5)^2\\(C^6H^2O^2)\\H^2\end{matrix}\right\}Az^2.$$

Il montra en outre dans les eaux-mères la présence de l'hydroquinone. Il observait également, fait déjà signalé par Hesse, que l'aniline, en agissant sur le chloranile, donnait un corps cristallisé à écailles brunes et dont la constitution, analogue à celle du corps précédent, pouvait être exprimée par la formule

$$\left.\begin{matrix}(C^6H^5)^2\\(C^6Cl^2O^2)\\H^2\end{matrix}\right\}Az^2.$$

Ces dérivés quinoniques peuvent en somme être considérés comme dérivant de la substitution de deux groupes monovalents ($AzH.C^6H^5$) à deux atomes d'hydrogène de la quinone et à deux atomes de chlore du chloranile.

La formation de dianilidomonochloroquinone

$$C^6HCl\,(AzH.C^6H^5)^2\,O^2$$

[1] C. R., tom. LVI, pag. 1143.

réalisée par Schultz et Neuhoffer [1], en faisant agir l'aniline sur la trichloroquinone, vint bientôt confirmer le résultat obtenu par Hofmann.

Après ces premiers essais, l'étude de l'action de l'ammoniaque sur les quinones était entreprise par Zincke [2], lequel, rappelant les travaux dus à Hof, Plimpton et Wülffing, montrait que certaines quinones, telles que la phénanthraquinone, donnent dans ces conditions des dérivés par substitution du groupe divalent (AzR)″ à un atome d'oxygène quinonique, tandis que la naphtoquinone et la benzoquinone, dont le groupe quinonique O^2 reste intact, fournissent des dérivés de la forme $C^6H^5O^2AzHR$ et $C^6H^2O^2(AzHR)^2$ par le remplacement de un ou deux groupes aminés monovalents (AzHR) à un ou deux atomes d'hydrogène de la quinone.

Zincke [3] montrait en outre que les dérivés bi-substitués de certaines quinones, de la naphtoquinone notamment, peuvent permettre la substitution d'un atome d'oxygène quinonique par un groupement divalent (AzR)″.

Knapp [4] est venu confirmer les idées d'Hofmann et de Zincke sur la constitution de ces dérivés ammoniacaux et aminés, et a montré que la chloranilide, obtenue par l'action de l'aniline sur la quinone chlorée, doit être exprimée par la formule d'Hofmann :

$$C^6Cl^2{=O^2 \atop =(AzHC^6H^5)^2}$$

et non par la formule proposée par Wichelhaus [5]

$$C^6H^2Cl^2 < {OAzC^6H^4 \atop OAzC^6H^5}$$

en faisant remarquer que, par l'action des réducteurs, ce dérivé

[1] D. Ch. Ges., tom. X, pag. 1792.

[2] *Ibid.*, tom. XII, pag. 1641, et tom. XIV, pag. 92.

[3] *Ibid.*, tom XIV, pag. 1493.

[4] *Ibid.*, tom. XIV, pag. 1233.

[5] *Ibid.*, tom. V, pag. 846.

donne le composé hydroquinonique correspondant, alors que si l'hypothèse de Wichelhaus était vraie, il devrait donner de la dichlorhydroquinone et de l'aniline ou de l'hydrazobenzol.

D'ailleurs, en faisant agir l'ammoniaque, l'aniline ou la toluidine sur la trichloro et la tétrachloroquinone ainsi que sur la trichlorotoluquinone et sur la dichloronaphtoquinone, Knapp a toujours obtenu des dérivés résultant de la substitution de un ou deux restes AzH^2, $AzHC^6H^5$, etc., à un ou deux atomes de chlore, et constitués, par suite, comme l'avait indiqué Hofmann.

Les para et métanitranilines (Hebebrand[1]) ainsi que l'o-nitraniline (James Leicester[2]) donnent, avec les quinones, des combinaisons analogues à celles que fournissent les amines à fonction simple.

Il en est de même de certains aminophénols (Zincke et Hebebrand[3]). Toutefois on n'a pas obtenu avec ces amines à fonction phénolique des dérivés par substitution du radical divalent $(AzC^6H^4.OH)''$ à un atome d'oxygène quinonique.

En opérant en solution acétique, Zincke[4] a pu obtenir avec la benzoquinone, la toluquinone, la xyloquinone et la naphtoquinone des dérivés trianilidés de la forme suivante :

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} O \\ (AzR)'' \\ (AzHR)'^2 \end{array} \right.$$

Ces résultats montrent, comme le fait remarquer l'auteur, que la benzoquinone et les quinones de la série benzénique présentent quelques réactions des dicétones et que l'on ne peut tracer de démarcation bien nette entre ces quinones et les corps analogues des autres séries aromatiques.

Les travaux qui précèdent nous ont donné l'idée d'étudier l'action des acides aminés, en particulier des acides aminobenzoïques, sur la benzoquinone.

[1] D. Ch. Ges., tom. V, pag. 1973.
[2] *Ibid.*, tom. XXIII, pag. 2793.
[3] Liebig's ; *Ann. der chem.*, tom. CCXXVI, pag. 60.
[4] D. Ch. Ges., tom. XVIII, pag. 785.

1° Action de l'acide orthoaminobenzoïque sur la benzoquinone.

a). *Acide quinone di-o-aminobenzoïque*[1].— $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$. Lorsqu'on mélange des solutions alcooliques d'acide orthoaminobenzoïque et de benzoquinone, on obtient une liqueur colorée en rouge pourpre.et,après quelques heures,on observe la formation d'un précipité rouge brun cristallisé.Si le mélange s'opère à chaud,ce produit apparait très rapidement.On maintient au bain marie pendant cinq ou six heures, et, après refroidissement, le précipité recueilli sur un filtre est lavé, d'abord à l'alcool, puis à l'eau, jusqu'à ce que cette dernière passe incolore. Le meilleur rendement est réalisé en opérant en solution alcoolique à 50° et dans les proportions de 1^{mol} d'acide o-aminobenzoïque pour 1^{mol},5 de benzoquinone.

Le produit cristallisé, recueilli sur un filtre, est lavé successivement à l'alcool à 50°, puis à l'alcool à 30° et enfin à l'eau distillée jusqu'à ce que cette dernière passe incolore.

Ce corps se présente sous la forme de lamelles microscopiques, d'un rouge brun, isolées ou réunies en faisceaux, insolubles dans le benzène et dans la ligroïne, légèrement solubles dans l'alcool, à peu près insolubles dans l'eau, l'éther et le chloroforme.

Traité par l'acide sulfurique, il donne une liqueur rouge de sang, d'où l'eau le précipite inaltéré sous forme d'un magma rouge brun.

Par l'action de la chaleur il devient pâteux vers 325°, puis se décompose sans fondre et se charbonne, pendant qu'il distille un peu d'aniline et qu'il se dépose des lamelles cristallines d'acide benzoïque sur les parties froides du tube dans lequel on opère.

Ce corps présente une réaction faiblement acide et décompose les carbonates avec dégagement d'anhydride carbonique, surtout quand on opère à chaud.

Il se dissout avec la plus grande facilité dans les bases alcali-

[1] C. R., tom. CXX, pag. 684 et 878.

nes et les amines, et fournit des liqueurs rouge brun foncé. Le passage du gaz carbonique dans ces solutions y détermine l'apparition de flocons bruns, amorphes, mais la précipitation n'est jamais complète et la liqueur surnageante reste fortement colorée.

Avec les bases alcalino-terreuses on obtient, comme avec les alcalis, des solutions brunes, qui par l'exposition à l'air se recouvrent d'une couche de carbonate pendant qu'il se sépare une quantité correspondante de corps primitif.

Les cristaux, desséchés dans le vide sulfurique, sont anhydres, ils ne perdent pas d'eau quand on les porte à l'étuve à 100°. Leur analyse a donné les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

	I	II	Calculé pour $C^6H^2O^2(AzHC^6H^4CO^2H)^2$
Poids de la substance :	0,258	0,207	
Trouvé CO^2.......... :	0,596	0,4785	
Trouvé H^2O.......... :	0,098	0,075	
Soit C pour 100...... :	62,99	63,04	63,50
— H *id.* ...... :	4,22	4,02	3,70

Dosage de l'azote

	I	II	Calculé pour $C^6H^2O^2(AzHC^6H^4CO^2H)^2$
Poids de la substance....	0,215	0,219	
Volume de l'azote recueilli	V = 15cc,9	14cc,5	
	H = 765	766,3	
	t = 10°	13°,7	
Azote trouvé............	0,019154	0,01721348	
Soit azote pour 100......	7,42	7,86	7,41

Ces nombres répondent à la composition d'un corps de constitution analogue à celle des composés obtenus, dans les mêmes conditions, avec les amines à fonction simple et qui peut être considéré comme dérivant de la benzoquinone par la substitution de deux groupes $AzHC^6H^4CO^2H$ de l'acide aminobenzoïque à deux

atomes d'hydrogène de la quinone. Quant à l'hydrogène mis en liberté dans cette réaction, il transforme une partie de la quinone en hydroquinone.

Nous avons pu, en effet, retirer des eaux-mères des prismes incolores, facilement solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, fusibles à 169°, présentant en un mot tous les caractères de l'hydroquinone.

La réaction peut donc être exprimée de la façon suivante :

$$2\,(AzH^2C^6H^4CO^2H) + 3\,C^6H^4O = C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4CO^2H)^2 + 2\,C^6H^4(OH)^2$$

et le corps ainsi obtenu peut être désigné sous le nom d'acide quinone di-o-aminobenzoïque.

Afin de bien établir la constitution du composé précédent, nous avons préparé ses dérivés bipotassique, chlorobenzoylé, nitrosé, et nous avons étudié sur lui l'action des réducteurs.

Dérivé bipotassique. — $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2K)^2\,2H^2O$. Comme nous l'avons déjà indiqué, l'acide quinone di-o-aminobenzoïque se dissout facilement dans une solution de potasse en donnant une liqueur colorée en rouge brun, d'où l'anhydride carbonique le précipite en partie sous forme de flocons rouge brun. Si à la liqueur obtenue par addition d'acide quinone di-o-aminobenzoïque à une solution étendue de potasse, on ajoute environ dix fois son volume d'éther alcoolique (une partie d'alcool absolu, 1 p. 5 d'éther), on obtient un magma de fines aiguilles, lesquelles, lavées sur un filtre au mélange éthéro-alcoolique, et séchées dans le vide sec, ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	I	II	III	Calculé pour $C^6H^2O^2(C^6H^4COK^2)^2\,2H^2O$
Poids du sel desséché sous la cloche.............. :	2,263	0,550	0,3375	
Perte en H^2O à 105°.... :	0,157			
Soit : H^2O pour cent.... :	6.94			7,35
Sulfate de potasse trouvé :		0,205	0,127	
Soit potassium......... :		0,092	0,05701538	
et potassium pour cent.. :		16,73	16,89	17,18

Le sel analysé est donc le quinone di-o-aminobenzoate bipotassique, cristallisé avec deux molécules d'eau.

Ce corps est sans action réductrice sur l'azotate d'argent et la liqueur de Fehling.

Dérivé chloro-benzoylé. — $(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2C^6HCl<^{OC^7H^5O}_{OC^7H^5O}$ — Afin de nous assurer que la fonction quinone persistait dans le composé obtenu et désigné sous le nom d'acide quinone di-o-aminobenzoïque, nous avons cherché, en le traitant par le chlorure de benzoyle, à le transformer en dérivé chloré du composé hydroquinonique correspondant. On sait, en effet, que le chlorure d'acétyle ou le bromure d'acétyle, transforment les quinones en dérivés chlorés de l'hydroquinone bi-acétylée, correspondant à la quinone employée.

Nous avons chauffé le corps avec un excès de chlorure de benzoyle dans une cornue tubulée munie d'un thermomètre ; la réaction a commencé vers 120°, comme l'indiquaient les vapeurs d'acide chlorhydrique qui se formaient, elle s'est accélérée vers 160° et est devenue très vive à 190° ; il se dégageait alors de grandes quantités de vapeurs chlorhydriques. On a maintenu la température entre 190° et 200° pendant deux ou trois heures.

Le produit traité, après refroidissement, par le benzène pour enlever le chlorure de benzoyle en excès, a fourni un corps de couleur jaune d'ocre insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

Après dessiccation à 105°, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2C^6HCl<^{OC^7H^5O}_{OC^7H^5O}$
	gr	
Poids de la substance :	0,2595	
Trouvé CO^2 :	0,620	
id. H^2O :	0,095	
Soit C % :	65,15	65,54
id. H % :	4,07	3,69

Dosage du chlore.

	I	II	Théorie
Poids de la substance... :	1,005	0,679	
Trouvé chlorure d'argent :	0,220	0,144	
id. chlore.......... :	0,054428	0,0356256	
Soit C*l* pour cent....... :	5,41	5,25	5,70

Ce dérivé chloro-benzoylé se dissout dans une solution étendue de potasse, en donnant un liquide jaunâtre. Traité par l'acide sulfurique étendu, il se dédouble en acide benzoïque et acide quinone di-o-aminobenzoïque ; si l'on chauffe le mélange de 115 à 120°, dans un long tube, l'acide benzoïque entraîné vient se condenser sur les parties froides du tube, sous la forme de lames nacrées, très solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et fusibles à 120°.

Les faits qui précèdent, rapprochés de la composition centésimale de ce dérivé, s'accordent pour montrer que l'acide quinone di-o-aminobenzoïque se comporte vis-à-vis du chlorure de benzoyle à la façon des quinones à fonction simple et qu'il se transforme en dérivé benzoylé du composé hydro-quinonique monochloré correspondant d'après l'expression suivante :

$$(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2 + 2C^7H^5OCl =$$
$$ClH + (AzHC^6H^4.CO^2H)^2C^6HCl < {OC^7H^5O \atop OC^7H^5O}$$

Dérivé nitrosé. — $(AzAzO.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2, H^2O$. — Dans 120^{cc} environ d'un mélange de deux parties d'acide acétique cristallisable pour une partie d'acide nitrique quadrihydraté pur, on introduit 2 gram. d'acide quinone di-o-amino benzoïque, et on chauffe entre 30 et 40° ; la liqueur reste incolore, le produit n'étant pas attaqué par le mélange acéto-nitrique. On ajoute alors 2 gram. de nitrite de sodium par petites portions, et, dès la première addition de nitrite, la réaction commence, le liquide se colorant immédiatement en rouge foncé.

La réaction, qui s'établit vers 30°, devient très énergique à 40°;

on maintient cette dernière température jusqu'à ce que le produit se soit totalement dissous.

Il est à remarquer que, pendant la dissolution de l'acide quinone di-o-aminobenzoïque, il ne se produit qu'un très léger dégagement de vapeurs nitreuses.

Le liquide, fortement coloré en rouge, obtenu dans l'opération précédente, est filtré après refroidissement et traité par l'eau, qui y détermine la formation d'un précipité rouge foncé. Ce précipité, lavé à l'eau et séché dans le vide sec, a donné à l'analyse les nombres suivants :

Dosage de l'eau.

		Théorie pour $(AzAzO.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2,H^2O$
Poids de la substance desséchée sous cloche............... :	0gr,714	
Perte en eau à 105°.......... :	0,025	
Soit eau pour cent........... :	3,50	3gr967

Dosage de l'azote.

	I	II	Théorie
Poids de la substance. :	0,2558	0,2315	
Vol. de l'azote recueilli V =	28cc,5	25cc,5	
H =	755	752,1	
t =	10°	9°8	
Azote trouvé.......... =	0gr03388688	0gr030229408	
Azote pour cent....... =	13,25	13,058	12,844

Dosage du carbone et de l'hydrogène dans le produit séché à 100°.

		Théorie pour $(AzAzO.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2$
Poids de la substance :	0,237	
Trouvé CO^2......... :	0,475	
id. H^2O......... :	0,072	
Soit C pour cent..... :	54,65	55,04
id. H pour cent. :	3,37	2,75

Ce corps répond ainsi à la composition

$$(AzAzO.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2,H^2O.$$

Il est insoluble dans la ligroïne, très faiblement soluble dans l'eau et le benzène, assez soluble dans l'éther, l'alcool et le chloroforme. Quand on le chauffe sur une lame de platine, il se décompose sans fondre en donnant des fumées épaisses qui s'enflamment, et il reste un résidu difficilement combustible.

Quand on le chauffe dans un bain métallique au tube d'essai, il se boursoufle vers 180° en devenant rouge brun, dégage des vapeurs nitreuses vers 210° et noircit ensuite en devenant pâteux.

Action des réducteurs sur l'acide quinone di-o-aminobenzoïque. — Les réducteurs semblent transformer l'acide quinone di-o-aminobenzoïque en son dérivé hydroquinonique, mais l'instabilité de ce dérivé et son oxydation rapide au contact de l'air ne permettent pas de le séparer. C'est ainsi que la solution du dérivé quinonique dans la potasse se décolore par le zinc et la potasse à chaud, mais reprend rapidement sa couleur rouge, brun intense au contact de l'air, en régénérant le corps primitif.

Le liquide décoloré et bouillant, recueilli directement par filtration dans la liqueur de Fehling, détermine immédiatement la formation d'un abondant précipité rouge, d'oxydule cuivreux. Dans les mêmes conditions, l'azotate d'argent ammoniacal donne, après quelques instants, un miroir d'argent métallique, en dehors du précipité d'oxyde provoqué par l'excès de potasse du liquide décoloré.

En résumé, l'action des réducteurs et du chlorure de benzoyle indique nettement la persistance de la fonction quinone dans l'acide quinone di-o-aminobenzoïque ; la composition centésimale de ce corps et la formation du dérivé bipotassique indiquent la présence de deux groupes benzoïques ; la formation du dérivé nitrosé montre, en outre, qu'il y existe deux groupes Az H, donnant naissance à deux groupes Az. Az O.

D'autre part, les recherches de Hofmann[1] et de Knapp[2], sur les quinones et les quinones chlorées, ont montré que les produits

[1] C. R., tom. LVI, pag. 1143.

[2] D. Ch. Ges., tom. XIV, pag. 1233.

obtenus avec les amines primaires dans les mêmes conditions, doivent être considérés comme dérivant des quinones par la substitution de deux groupes (Az H R)′ à 2 H ou à 2 *Cl*.

Dès lors, la constitution de l'acide quinone di-o-aminobenzoïque que nous avons obtenu en traitant la quinone par l'acide o-aminobenzoïque, peut être exprimée par la formule:

$$\begin{array}{l} AzH.C^6H^4.CO^2H \\ | \\ C^6H^2O^2 \\ | \\ AzH.C^6H^4.CO^2H. \end{array}$$

b) *Acide quinone o-aminobenzoïque.*—$C^6H^3O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)$. Lorsque l'on prépare, comme nous l'avons indiqué, l'acide quinone di-o-aminobenzoïque, l'alcool d'où s'est séparé ce corps est fortement coloré en rouge brun et fournit par l'évaporation un résidu fortement coloré en noir, très soluble dans l'éther acétique, alors que l'acide quinone di-o aminobenzoïque y est à peu près insoluble. Pour débarrasser ce corps de l'excès d'acide o-aminobenzoïque ou de l'excès de quinone qu'il peut renfermer, on le dissout dans la potasse au 1/10ᵉ et l'on ajoute à la solution jusqu'à faible acidité, de l'acide acétique ou de l'acide chlorhydrique étendus.

Il se précipite ainsi un produit brun tandis que la benzoquinone ou l'acide o-aminobenzoïque restent dissous.

Le précipité, lavé d'abord à l'acide acétique au 1/10ᵉ puis à l'eau, est dissous dans l'éther acétique, qui laisse l'acide quinone di-o-aminobenzoïque à l'état insoluble.

L'éther acétique, évaporé au bain-marie, donne un résidu noir dont la composition en centièmes répond à celle du produit obtenu en remplaçant dans la benzoquinone un atome d'hydrogène par le groupement monovalent $AzH.C^6H^4.CO^2H$.

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^3O^2AzH.C^6H^4.CO^2H$
Poids de la substance :	0gr,2055	
Trouvé CO^2......... :	0,4815	
Trouvé H^2O......... :	0,083	
Soit C pour cent..... :	63,895	64,19
Soit H pour cent.... :	4,48	3,70

Dosage de l'azote.

		Théorie
Poids de la susbtance......	= 0,203	
Volume de l'azote recueilli V	= 10cc,5	
H	= 760,3	
t	= 19°	
Azote trouvé........... ..	= 0,0120756	
Azote pour cent...........	= 5,93	5,76

La constitution de ce corps, d'après ce qui a été dit pour l'acide quinone di-o-aminobenzoïque, peut être exprimée par la formule:

$$\begin{array}{l} AzHC^6H^4.CO^2H \\ | \\ C^6H^3O^2. \end{array}$$

On voit ainsi que, dans l'action de l'acide ortho-aminobenzoïque sur la benzoquinone en liqueur alcoolique, il se produit simultanément les deux dérivés quinoniques, l'acide quinone o-aminobenzoïque : $C^6H^3O^2$ $(AzH.C^6H^4.CO^2H)$.
et l'acide quinone di-o-aminobenzoïque,

$$C^6H^2O^2\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$$

c) *Acide quinone di-o-aminobenzoïque o-imidobenzoïque* :

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} O \\ AzC^6H^4CO^2H \\ (AzHC^6H^4CO^2H)^2 \end{array} \right.$$

Quand on dissout séparément 13 gr, 7 (une molécule) d'acide o-aminobenzoïque dans 200cc d'acide acétique cristallisable et 5 gr. 6 (1/3 de molécule) de quinone dans 50cc du même dissol-

vant et que l'on mêle les solutions chaudes, on obtient une liqueur rouge brun intense, qui laisse déposer, au bout de peu de temps, un précipité cristallin. En maintenant au bain-marie bouillant pendant 12 heures environ et jetant sur un filtre le précipité, puis le lavant d'abord à l'acide acétique cristallisable que l'on réunit aux eaux mères, puis, successivement, à l'acide acétique au 1/10[e] et à l'eau, on obtient un produit qui présente les propriétés et la composition de l'acide quinone di-o-amino-benzoïque, formé en liqueur alcoolique.

Les eaux mères acétiques, très fortement colorées en rouge brun, abandonnent, par évaporation au bain-marie, un corps pâteux se prenant par le refroidissement en une masse dure noirâtre. Ce produit, bien lavé à l'eau bouillante et desséché, se présente sous la forme d'un corps noir, insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool. Il se ramollit au-dessous de 100° et fond vers 145° en un liquide noir, épais; si l'on chauffe plus fortement, le corps se décompose sans se volatiliser.

L'analyse a donné en centièmes :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

	I	II	Théorie pour $C^6H^2\left\{\begin{array}{l}O\\ Az.C^6H^4.CO^2H\\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2\end{array}\right.$
Poids de la substance :	0gr,2815	0gr,213	
Trouvé CO^2......... :	0,670	0,508	
Trouvé H^2O......... :	0,1045	0,0815	
Soit C pour cent..... :	64,91	65,03	65,19
Soit H pour cent..... :	4,12	4,25	3,82

Dosage de l'azote.

		Théorie pour $C^6H^2\left\{\begin{array}{l}O\\ Az.C^6H^4.CO^2H\\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2\end{array}\right.$
Poids de la substance......	0,210	
Volume de l'azote recueilli	V = 15cc,5	
	H = 756,9	
	t = 11°2	
Azote trouvé...............	= 0,01837528	
Azote pour cent............	= 8,75	8,45

L'acide orthoaminobenzoïque se comporte donc, vis-à-vis de la benzoquinone à la façon des amines primaires à fonction simple et donne un dérivé résultant de la substitution du radical divalent $(Az.C^6H^4.CO^2H)''$ à un atome d'oxygène quinonique. Le corps ainsi formé peut être désigné sous le nom d'acide quinone di-o-aminobenzoïque-o-imidobenzoïque, et sa constitution peut être exprimée par la formule :

$$C^6H^2 \begin{cases} O \\ Az.C^6H^4.CO^2H \\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2 \end{cases}$$

Ces faits s'ajoutent donc aux faits analogues déjà connus pour montrer que la benzoquinone présente certaines réactions des dicétones.

2° Action de l'acide métaaminobenzoïque sur la benzoquinone.

a) *Acide quinone di-m-aminobenzoïque*. — Si à une solution de 13 gr. 7 d'acide m-aminobenzoïque (1 molécule) dans 500^{cc} d'alcool à 50° on ajoute 16 gr. 2 de benzoquinone (1 molécule 1/2) en solution dans 700^{cc} du même alcool, on obtient immédiatement un liquide rouge pourpre qui se trouble au bout de quelques instants, en donnant un précipité volumineux qui occupe toute la masse du liquide ; ce précipité cristallisé est formé de fines aiguilles rayonnées.

Après quatre ou cinq heures on filtre, et on lave d'abord avec de l'alcool à 40°, puis, avec de l'eau, jusqu'à ce que cette dernière passe incolore. On essore sur une plaque poreuse et on dessèche dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique.

Si on mélange les solutions alcooliques chaudes, on obtient, presque immédiatement, le précipité cristallin ; en outre, le produit est plus nettement cristallisé, en fines aiguilles disposées en groupes radiés ou en arborescences.

Lorsqu'on opère à chaud, on maintient le mélange au bain-marie pendant cinq ou six heures.

Le dérivé méta est de couleur vert jaunâtre, insoluble dans l'eau ; il se dissout dans les alcalis en donnant des liquides dont la couleur rouge foncé rappelle celle du dérivé ortho.

Un courant d'anhydride carbonique précipite la majeure partie du corps de sa solution alcaline.

Quand on le chauffe, le dérivé méta se décompose sans prendre l'etat pâteux, comme le dérivé ortho et à une température supérieure à celle à laquelle ce dernier se détruit.

Ce corps a une réaction faiblement acide et rougit le tournesol.

Il agit sur les carbonates en mettant en liberté l'acide carbonique, mais la décomposition n'est jamais complète, l'anhydride carbonique jouissant de la propriété de déplacer en partie l'acide.

Totalement insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et le benzène, il se dissout dans l'acide sulfurique en lui communiquant une forte coloration rouge orangé foncé.

Il est faiblement soluble dans l'acide acétique et dans l'acide azotique froids, mais il se dissout à chaud dans l'acide azotique et donne un liquide rouge orangé.

L'analyse du composé fourni par l'acide m-aminobenzoïque a donné les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance	— 0,222	
Trouvé CO^2.........	— 0,5125	
Trouvé H^2O.	— 0,086	
Soit C pour cent.....	— 62,95	63,50
Soit H pour cent,....	— 4,304	3,70

Dosage de l'azote.

		Théorie pour $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance....	0,212	
Volume de l'azote recueilli	V = 13cc,5	
	H = 763,1	
	t = 14°,5	
Azote trouvé............	= 0,015903472	
Soit azote pour cent......	= 7,501	7,41

b). *Acide quinone di-m-aminobenzoïque m-imido benzoïque* (fourni par l'action de l'acide méta-aminobenzoïque sur la benzoquinone en liqueur acétique). — Lorsqu'on fait agir 13gr,7 (1 molécule) d'acide m-aminobenzoïque dissous dans 200 centim. cubes d'acide acétique cristallisable sur une dissolution, dans l'acide acétique de 3gr,6 (1/3 de molécule) de quinone, en maintenant au bain-marie bouillant pendant vingt-quatre heures environ, on obtient un produit brun abondant qui présente l'aspect et les propriétés de l'acide quinone di-méta-aminobenzoïque précédemment décrit.

Les eaux mères acétiques, évaporées à siccité au bain-marie, donnent un résidu noir, se ramollissant à chaud, lequel est lavé à l'eau bouillante dans un entonnoir à filtration chaude, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne soient plus colorées.

Ce produit, soumis à l'analyse, a donné les résultats suivants:

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^2 \begin{cases} O \\ Az.C^6H^4.CO^2H \\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2 \end{cases}$
Poids de la substance :	0,143	
Trouvé pour CO^2.... :	0,344	
Trouvé pour H^2O.... :	0,071	
Soit C pour cent..... :	65,6	65,19
Soit H pour cent..... :	5,51	3,82

Dosage de l'azote.

		Théorie pour $C^6H^2 \begin{cases} O \\ Az.C^6H^4.CO^2H \\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2 \end{cases}$
Poids de la substance....	= 0,215	
Volume de l'azote recueilli V	= 17cc,00	
H	= 761,3	
t	= 16°	
Azote trouvé............	= 0,01983224	
Azote pour cent.........	= 9,22	8,45

L'acide méta-aminobenzoïque fournit donc, comme l'acide ortho, un dérivé quinonique résultant de la substitution de deux groupements (AzHR)′ à deux atomes d'hydrogène et d'un groupement (AzR)″ à un atome d'oxygène quinonique.

3° Action de l'acide para-aminobenzoïque sur la benzoquinone.

Acide quinone di-p-aminobenzoïque. — En dissolvant séparément 6gr,85 (1 molécule) d'acide p-aminobenzoïque dans 300 centim. cubes d'alcool à 50° et 8gr,1 (1 molécule 1/2) de quinone dans 200 centim. cubes du même alcool et mêlant ensuite les liquides froids, le mélange prend immédiatement une coloration d'un beau rouge pourpre foncé, puis le liquide se trouble et abandonne bientôt un précipité formé d'aiguilles microscopiques, disposées en feuilles de fougère.

Après avoir chauffé au bain-marie au réfrigérant ascendant à la température de 80°, pendant six heures, on recueille le précipité sur un filtre et on le lave d'abord à l'alcool à 50°, puis à l'eau jusqu'à ce que le liquide passe incolore, après quoi on le dessèche dans le vide sulfurique.

Le produit ainsi obtenu est rouge brun, insoluble dans l'eau, l'alcool et le benzène ; il se dissout dans l'acide sulfurique en lui communiquant une coloration rouge foncé.

Il rougit la teinture de tournesol et met en liberté une partie de l'acide carbonique des carbonates.

Chauffé, il se détruit sans devenir pâteux, en émettant d'abondantes vapeurs brun jaunâtre.

Ce corps présente en un mot les principales propriétés des dérivés fournis dans les mêmes conditions par les acides ortho et para.

L'analyse a donné en centièmes les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance :	0,1985	
Trouvé pour CO_2.... :	0,4635	
Trouvé pour H^2O.... :	0,0795	
Soit C pour cent..... :	63,6	63,5
Soit H pour cent.... :	4,45	3,70

Dosage de l'azote.

		Théorie pour $C^6H^2O^2(AzH\ C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance......	$=0,217$	
Volume de l'azote recueilli	$V=15^{cc},00$	
	$H=755,5$	
	$t=17^\circ$	
Azote trouvé..............	$=0^{gr},01728256$	
Azote pour cent...........	$=7,96$	7,41

4° Action de l'acide ortho-aminobenzoïque sur la trichloroquinone.

Voulant nous assurer si les dérivés chlorés de la benzoquinone peuvent se comporter vis-à-vis des acides aminobenzoïques, comme la quinone elle-même, et fournir des dérivés résultant de la substitution de un ou deux groupements AzH, C^6H^4, CO^2H à un ou deux atomes de chlore ou d'hydrogène, nous avons essayé l'action de l'acide ortho-aminobenzoïque sur la trichloroquinone.

Acide dichloroquinone di-o-aminobenzoïque.

$$C^6Cl^2O^2\ (AzH.\ C^6H^4.\ CO^2H)^2.$$

Nous avons d'abord traité $6^{gr},345$ (3 molécules) de trichloroquinone dissous dans 600 centim. cubes d'alcool à 70° par $2^{gr},74$

(2 molécules) d'acide o-aminobenzoïque dissous dans 100^{cc} du même liquide.

En mêlant les deux solutions bouillantes, le liquide obtenu prend une coloration rouge violacé intense, et après quelques minutes on voit apparaître des aiguilles cristallines sur les bords du liquide.

La quantité de produit cristallisé qui se forme ainsi au moment du mélange des liqueurs n'augmente pas sensiblement quand on chauffe pendant plusieurs heures dans un appareil à reflux, et l'opération ainsi conduite ne donne que des quantités très faibles de produit.

L'imperfection du mode opératoire tel qu'il vient d'être décrit, tient en premier lieu à ce que la trichloroquinone, étant très peu soluble dans l'alcool à 70°, on doit employer une grande quantité de ce dissolvant, et en second lieu à ce que le produit obtenu est un peu soluble dans l'alcool à 70°.

Ayant remarqué que la trichloroquinone était très soluble dans un mélange à parties égales d'alcool et d'éther acétique, mélange dans lequel le dérivé fourni par la trichloroquinone et l'acide o-aminobenzoïque était peu soluble, nous avons répété l'opération de la manière suivante :

6^{gr},345 de trichloroquinone (3 molécules) dissous dans 90^{cc} d'un mélange à parties égales d'alcool et d'éther acétique ont été additionnés de 2^{gr},74 (2 molécules) d'acide o-aminobenzoïque dissous dans 30^{cc} du même dissolvant, et le tout a été chauffé à 70-80° au bain-marie pendant six heures.

Au moment où l'on mêle les deux liqueurs, il se produit une coloration rouge violacé intense, et après quelques minutes de chauffe on voit apparaître de très fines aiguilles, dont la quantité est abondante après quelques heures.

Ces cristaux, recueillis sur un filtre, sont lavés avec un mélange à parties égales d'alcool à 70° et d'éther acétique, jusqu'à ce que le liquide filtré soit coloré en jaune orangé et ne présente plus la moindre teinte violette ; ce résultat n'est atteint qu'au bout d'un temps fort long.

Le produit ainsi lavé a été séché, d'abord dans le vide en présence de l'acide sulfurique, puis à l'étuve à 105°. Il a donné les nombres suivants à l'analyse :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6Cl^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance :	0gr,2025	
Trouvé pour CO^2.... :	0,399	
Trouvé pour H^2O.... :	0,068	
Soit C pour cent..... :	53,73	53,69
Soit H pour cent..... :	3,73	2,68

Dosage de l'azote.

		Théorie pour $C^6Cl^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$
Poids de la substance.....	= 0,202	
Volume de l'azote recueilli V	= 12cc,5	
H	= 757,7	
t	= 17°	
Azote trouvé..............	= 0,014444	
Azote pour cent...........	= 7,15	6,27

Dosage du chlore.

	I	II	Théorie
Poids de la substance... :	0,224	0,2085	
Trouvé chlorure d'argent :	0,151	0,143	
Trouvé chlore.......... :	0,0373423	0,0353782	
Soit chlore pour cent... :	16,66	16,96	15,88

Ce corps répond donc à la composition d'un dérivé chloroquinonique, résultant du remplacement d'un atome d'hydrogène et d'un atome de chlore de la trichloroquinone par deux groupements $AzH.C^6H^4.CO^2H$[1]. On peut le désigner sous le nom d'acide dichloroquinone di-o-aminobenzoïque.

[1] Nous nous proposons d'étudier ultérieurement les dérivés fournis par la monochloro et la dichloroquinone dans les mêmes conditions.

Ce corps a donc une constitution différente de celle assignée par Schultz et Neuhoffer[1] au dérivé qu'ils ont obtenu en faisant agir l'aniline sur la trichloroquinone, et qui résulte de la substitution de deux groupements $AzH.C^6H^5$ à deux atomes de chlore de la trichloroquinone.

Le composé $C^6Cl^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$ devient pâteux vers 300°. Chauffé à 320° dans un tube à essai, il se décompose en se boursouflant et émet des vapeurs qui se condensent en une poudre bleue sur les parties froides du tube.

Assez soluble dans l'alcool et l'éther acétique, avec lesquels il donne une solution jaune verdâtre, il est très peu soluble dans l'eau et l'éther ordinaire et totalement insoluble dans le chloroforme, le benzène et la ligroïne.

Avec l'acide sulfurique il donne une solution d'un rouge groseille intense, d'où l'eau le précipite sous la forme de flocons brun verdâtre.

De tous les faits qui précèdent, il résulte que les acides ortho, méta et para-aminobenzoïques, se comportent vis-à-vis de la benzoquinone, comme les amines à fonction simple. Ils sont susceptibles de donner des dérivés résultant du remplacement de un ou deux atomes d'hydrogène quinonique par un ou deux groupements monovalents $AzH.C^6H^4.CO^2H$; les dérivés bisubstitués ainsi obtenus peuvent à leur tour fournir des dérivés par la substitution d'un atome d'oxygène quinonique par le groupement divalent $(Az.C^6H^4.CO^2H)''$, ce qui montre que la benzoquinone présente certains caractères communs avec les dicétones.

[1] D. Ch. Ges., tom. X, pag. 1792.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DE QUELQUES DÉRIVÉS POTASSIQUES DE LA BENZOQUINONE

Les recherches que nous venons d'exposer sur les dérivés aminobenzoïques de la benzoquinone, et l'existence des dérivés analogues obtenus par Hofmann, Zincke, Hebebrand, Knapp, etc., semblaient montrer que, dans la benzoquinone, deux des quatre atomes d'hydrogène pouvaient seuls être remplacés par deux groupements (AzHR)′ monovalents.

Nous avons dès lors été amené à remplacer ces mêmes atomes d'hydrogène par les métaux et en particulier par le potassium.

Il n'existe pas, à notre connaissance, de travaux relatifs à l'étude des dérivés fournis par l'action directe du potassium sur la benzoquinone.

1°. Action du potassium sur la benzoquinone.

a). *Action du potassium sur la benzoquinone en solution éthérée*[1]. — Nous avons dissous $8^{gr},64$ de quinone dans 500^{cc} environ d'éther anhydre, et dans le matras contenant cette dissolution nous avons ajouté deux grammes de potassium dont la surface métallique avait été mise à nu en la débarrassant de la couche noire qui la recouvrait. Le matras étant surmonté d'un réfrigérant à boules de Soxhelet, la liqueur éthérée a été chauffée pendant trois jours à l'ébullition. Dans ces conditions, les fragments de

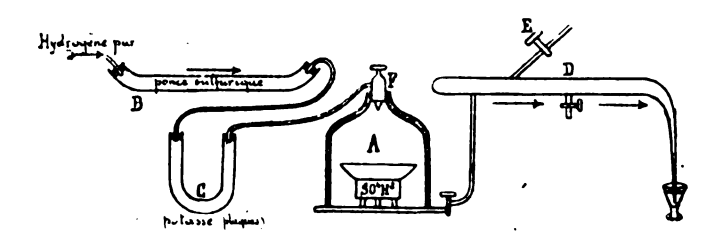
[1] C. R., tom. CXXI, pag. 326.

métal alcalin se sont recouverts assez rapidement d'une couche vert foncé, bourgeonnant peu à peu, et formant comme des champignons plus ou moins volumineux.

Lorsque ces masses vert brunâtre n'ont plus semblé augmenter de volume, et que, en les écrasant à l'aide d'une baguette de verre à tête plate, elles n'ont plus dégagé d'hydrogène, nous avons lavé le produit par décantation à l'éther anhydre, en évitant autant que possible le contact de l'air, et nous l'avons recueilli sur des assiettes poreuses placées sous une cloche à vide, dans une atmosphère d'hydrogène, en présence d'acide sulfurique concentré, de manière à dessécher la substance dans le vide et à l'abri de l'air.

Comme nous avons eu à procéder de même pour la dessiccation d'un certain nombre de produits, ultérieurement décrits, nous croyons devoir donner quelques détails sur le dispositif très simple qui nous a permis d'effectuer cette opération dans de bonnes conditions.

Un appareil à production continue d'hydrogène (appareil de



Kipp) était mis en communication avec l'ouverture supérieure d'une cloche à douille (A), par l'intermédiaire d'une série de flacons laveurs, destinés à purifier l'hydrogène et contenant, le premier, du permanganate de potasse ; le deuxième, du pyrogallate de potasse ; un troisième, une solution concentrée de potasse.

L'hydrogène pur desséché par son passage à travers un long tube à ponce sulfurique (B) et un tube en U (C) à potasse pénétrait dans la cloche par l'intermédiaire d'un robinet à pointeau (F) fixé dans un bon bouchon en caoutchouc. La cloche reposait sur une platine à vide, et au-dessous de sa douille se trouvaient disposées,

au-dessus de l'acide sulfurique, des assiettes poreuses destinées à recevoir le produit à dessécher.

La galerie de robinets à prise de vide (D) avec laquelle communiquait la platine, était reliée à la trompe par un tube muni d'un robinet (E) ; de telle sorte que l'on pouvait à volonté, soit faire le vide, soit intercepter la communication avec la trompe et faire remplir la cloche d'hydrogène pur et sec.

L'appareil étant rempli d'hydrogène, on ouvrait la douille de la cloche et on versait rapidement, à l'aide d'un large entonnoir, la substance à dessécher dans l'assiette poreuse. On fermait alors de nouveau la cloche à l'aide du bouchon en caoutchouc, muni du robinet à pointeau, et, après avoir fermé le robinet, on faisait le vide.

Pour faciliter la dessiccation et chasser les vapeurs d'éther, on remplissait de temps en temps la cloche d'hydrogène sec et on faisait le vide.

Le produit fourni par l'action du potassium sur la quinone en solution éthérée, desséché, comme il vient d'être dit, est extrêmement altérable.

Abandonné à l'air, il subit une combustion lente et devient blanchâtre à la surface. Lorsqu'on le chauffe à l'étuve à 100°, il s'oxyde en se boursouflant et s'incinère en grande partie, en même temps qu'il répand une odeur aromatique assez agréable.

Au contact d'un acide minéral, il devient incandescent.

L'analyse a donné en centièmes les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $\left(C^6H^4\left\{\begin{matrix}O-\\OK\end{matrix}\right.\right)^2C^4H^{10}O$
Poids de la substance :	0,275	
Trouvé pour CO^2 .... :	0,5245	
Trouvé pour H^2O.... :	0,129	
Soit C pour cent..... :	52,01	52,17
Soit H pour cent..... :	5,20	4,89

Pour effectuer le dosage du carbone et de l'hydrogène, la sub-

stance était additionnée de quinze à vingt fois son poids d'un mélange fondu et pulvérisé de chromate de plomb et de dichromate de potassium pris en quantités égales, et la combustion était opérée en présence de chromate de plomb fondu et granulé.

Le potassium a été déterminé à l'état de sulfate de potassium, et son dosage a donné les résultats suivants :

	I	II	Théorie pour $\left(C^6H^4 \begin{matrix} O- \\ OK \end{matrix}\right)^2 C^4H^{10}O$
Poids du dérivé desséché sous la cloche ...... :	0,6795	0,7035	
Sulfate de potasse trouvé :	0,317	0,331	
Soit potassium, ... :	0,1420794	0,1483542	
et potassium pour cent.. :	20,90	21,088	21,20

Le produit obtenu paraît donc résulter de l'union d'une molécule de quinhydrone bipotassique à une molécule d'éther et répondre à la formule

$$\left[C^6H^4 \left\{ \begin{matrix} OK\ KO \\ O-O \end{matrix} \right\} C^6H^4 \right] C^4H^{10}O$$

Cette opinion est confirmée par les faits suivants :

1° Pendant la préparation du dérivé potassique il s'est formé une grande quantité de quinhydrone que nous avons pu séparer par concentration de l'éther.

2° Nous avons pu, en traitant le dérivé potassique par l'iodure d'éthyle, constater la formation d'une quantité notable d'iodure de potassium, en même temps que l'iodure d'éthyle se colorait en rouge brun et laissait déposer, par concentration, des cristaux noirs altérables à l'air. Ces faits nous paraissent dus à ce que le potassium du dérivé potassique a été remplacé par l'éthyle, et est uni, par suite, au noyau benzénique par l'intermédiaire de l'oxygène.

3° La quinhydrone en solution éthérée, traitée par le potassium, a donné un dérivé identique à celui fourni par la quinone et contenant 21,06 % de potassium, alors que la quantité de

potassium théorique pour le composé $\left[C^6H^4\begin{cases}OK\ KO\\O—O\end{cases}C^6H^4\right]C^4H^{10}O$ est de **21,20 %**.

b). ***Action du potassium sur l'hydroquinone en solution éthérée.*** — J'ai cru devoir étudier l'action du potassium sur l'hydroquinone, afin d'observer les relations qui pouvaient exister entre le dérivé quinonique précédent et celui que fournit l'hydroquinone dans les mêmes conditions.

En faisant agir dans un appareil à reflux 2 gram. de potassium sur $8^{gr},80$ d'hydroquinone en solution éthérée et chauffant pendant plusieurs jours à la température d'ébullition de l'éther, il s'est formé, autour des globules de potassium, un dépôt blanc cristallisé abondant, se détachant facilement par l'agitation.

Ce corps est très altérable et bleuit rapidement, puis devient blanc grisâtre quand on l'expose à l'action de l'air ou de l'oxygène secs. L'air et l'oxygène humides le colorent d'abord en bleu, puis en blanc grisâtre et le transforment à la longue, en un composé brun noir, soluble dans l'eau. Ce corps, desséché comme le précédent dans l'hydrogène raréfié sec et soumis à l'analyse, a donné les résultats suivants exprimés en centièmes :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $\left(C^6H^4\begin{matrix}OK\\OH\end{matrix}\right)C^6H^4\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$
Poids de la substance :	0,2535	
Trouvé pour CO^2 .... :	0,512	
Trouvé pour H^2O.... :	0,123	
Soit C pour cent..... :	55,07	55,82
Soit H pour cent..... :	5,39	4,26

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $\left(C^6H^4\begin{matrix}OK\\OH\end{matrix}\right)C^6H^4\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$
Poids du dérivé desséché sous la cloche........ :	0,208	0,100	
Sulfate de potasse trouvé :	0,0685	0,0327	
Soit potassium......... :	0,03074965	0,01467903	
et potassium pour cent.. :	14,78	14,68	15,11

Le dérivé fourni par l'action du potassium sur l'hydroquinone en solution éthérée n'a donc pas la même constitution que le dérivé quinonique préparé dans les mêmes conditions ; l'éther n'intervient pas dans sa formation, et il résulte de la simple union d'une molécule d'hydroquinone monopotassique à une molécule d'hydroquinone.

c). *Action du potassium sur la benzoquinone en solution benzénique.* — Afin d'éviter l'emploi d'un dissolvant oxygené (alcool, éther, etc., etc...), pouvant intervenir dans la réaction et se combiner au dérivé potassique formé, nous avons fait agir le potassium sur une solution benzénique de quinone.

Si on ajoute du potassium à un excès de quinone en solution dans le benzène, le métal se recouvre d'une couche vert-brunâtre, en même temps qu'il se dégage de fines bulles gazeuses.

En chauffant le mélange au bain-marie dans un appareil à reflux, à la température d'ébullition du benzène, la réaction est beaucoup plus énergique et les globules métalliques se recouvrent rapidement de bourgeons, pendant que le liquide prend une couleur verdâtre.

On maintient le liquide à l'ébullition pendant plusieurs jours, et après avoir constaté que le produit écrasé avec une baguette ne dégage plus d'hydrogène, on laisse refroidir dans une atmosphère de gaz inerte ; on voit alors apparaître par le refroidissement des aiguilles de quinhydrone, d'un beau vert, qui se redissolvent dès que l'on chauffe.

On décante le liquide bouillant et le produit vert brunâtre formé est lavé par décantation au benzène bouillant, jusqu'à ce que le benzène surnageant soit faiblement coloré en jaune.

Le corps ainsi obtenu, examiné au microscope, présente un aspect cristallin ; mais son extrême altérabilité ne permet pas de déterminer sa forme cristalline. Il devient, en effet, rapidement bleu, puis brun, au contact de l'air humide. Ce produit est recueilli sur des assiettes poreuses et desséché dans l'hydrogène raréfié sec, en adoptant le dispositif précédemment indiqué.

Ce corps est tellement oxydable qu'un léger frottement à l'air suffit pour déterminer son inflammation, avec une faible déflagration. Il devient incandescent à l'air humide. L'addition d'un peu d'eau détermine instantanément mais sans déflagration ni incandescence, sa transformation en un produit bleu qui brunit rapidement.

Le contact d'une trace d'un acide minéral détermine son inflammation immédiate avec déflagration.

La grande altérabilité de ce corps ne nous a pas permis de doser le carbone et l'hydrogène, et nous nous sommes contenté de déterminer la quantité de potassium en centièmes.

	I	II	Théorie pour $C^6H^3K\binom{O-O}{OKKO}C^6H^4$
Poids de la substance desséchée sous la cloche.. :	0,1225	0,2115	
Sulfate de potasse trouvé :	0,0965	0,160	
Soit potassium.......... :	0,04331885	0,071824	
et potassium pour cent... :	35,30	33,95	35,24

Le produit obtenu répond donc à la composition d'une quinhydrone bipotassique, avec substitution d'un atome d'hydrogène du noyau par du potassium. Il répond à la formule :

$$C^6H^3K\binom{O-O}{OKKO}C^6H^4$$

Afin d'éviter la formation des dérivés potassiques quinhydroniques, qui dans les opérations précédentes avaient pris naissance, grâce à la mise en liberté d'hydrogène par l'action du potassium sur la quinone, nous avons essayé d'obtenir des dérivés potassiques en traitant la quinone soit par la potasse, soit par l'éthylate de potassium.

2° Action de la potasse sur la benzoquinone.

Il n'existe que peu de travaux relatifs à l'action de la potasse sur la benzoquinone.

Hesse[1] indique que des cristaux humides de quinone deviennent bleus au contact de la potasse caustique et donnent une poudre bleue, qui prend des reflets métalliques, comme l'indigo, quand on la frotte avec les corps polis.

Laurent[2] a observé que la quinone traitée par la potasse ou l'ammoniaque devient d'un brun foncé et fournit une masse noire, soluble dans l'eau bouillante.

Woskressensky,[3] en étudiant l'action d'une solution de potasse sur la benzoquinone, signale la réaction très vive qui se produit. « La liqueur, ajoute-t-il, absorbe l'oxygène de l'air, devient brune, et prend à la fin une couleur noir foncé. »

Grœbe[4] fait agir à sec et à haute température la chaux sodée sur les quinones et s'appuie sur cette action pour établir la constitution de certains hydrocarbures.

Berthelot et Werner[5] ayant déterminé la chaleur de neutralisation de la benzoquinone par la soude, à l'abri de l'air, indiquent qu'un équivalent de quinone dégage, si on l'ajoute à un équivalent de soude, 37 cal. 57, tandis qu'un deuxième équivalent dégage à peine 2 cal. 72, et qu'un troisième équivalent est sans action.

Ces derniers auteurs, frappés par l'énorme dégagement de chaleur observé, font remarquer que les nombres obtenus n'ont pas la même signification qu'avec les phénols : « Il ne s'agit pas ici, ajoutent-ils, d'une simple neutralisation, la liqueur noircissant de suite, même dans une atmosphère d'azote. »

[1] *Ann. der Chem. und Pharm.*, tom. CXV, pag. 227.
[2] Wurtz ; *Dict. de Chimie*, tom. IV, pag. 1306.
[3] *Journal pharm. et chim.* (3e), tom. VIII, pag. 3.
[4] D. Chem. Ges., tom. VI, pag. 63.
[5] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, tom. VII, pag. 112.

Berthelot[1] avait d'ailleurs signalé déjà la différence qui existe, au point de vue de l'action des alcalis, entre les différents corps réunis sous le nom de quinones, et, après avoir indiqué que l'anthraquinone et la phénanthraquinone ne dégageaient pas de chaleur en présence des alcalis, il en concluait que cela confirmait l'opinion qui écarte ces corps du groupe des quinones véritables, les corps en question devant être plutôt rapprochés des oxydes directs des hydrocarbures. Nous allons voir, en effet, que l'action de la potasse sur la benzoquinone ne peut être considérée comme un simple phénomène de neutralisation, puisque la molécule de potasse s'ajoute à la molécule de quinone sans élimination d'eau.

D'ailleurs, comme le fait remarquer Bogdanovskaia[2], cette addition d'une molécule d'alcali à un carbonyle acétonique ne serait pas un fait isolé ; il a constaté en effet en étudiant l'oxydation des acétones et leur transformation en oxacides en présence d'un alcali caustique (1 °/₀ de potasse diluée), que pour les acétones dont le groupe carbonyle est joint au groupe méthylénique et voisin d'une agglomération de grouges phényliques négatifs, telle que la dioxybenzoïne et la dibenzylcétone, le groupe CO est particulièrement apte à se combiner aux éléments de la potasse d'après le schéma :

$$\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!>CO + KOH = \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!>C\begin{matrix}OH\\OK\end{matrix}$$

a) *Action de la potasse sur la benzoquinone en solution alcoolique*[3]. — Quand on traite de la benzoquinone solide par une solution alcoolique concentrée de potasse, il se produit un dégagement de chaleur, tel que le mélange décrépite et la quinone se charbonne.

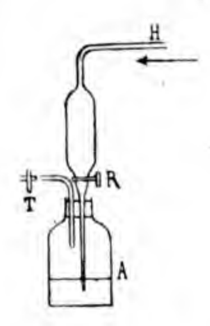
Si l'on mélange une dissolution très étendue de quinone (1 molécule) dans l'alcool absolu, et une dissolution de potasse (1 molécule) dans le même liquide, on obtient une liqueur brun verdâtre,

[1] *Bull. Soc Chim.*, tom. XLV, pag. 78 (année 1885).
[2] *Journal Soc. Phys. et Chim.*, *R.* de St-Pétersbourg, 5 mai 1894, fasc. nº 4.
[3] C. R., tom. CXXI, pag. 530.

qui, par addition d'éther anhydre, donne un précipité paraissant formé par le mélange de deux corps, l'un bleu, l'autre brun jaunâtre.

Voulant éviter, autant que possible, l'intervention de l'alcool dans la formation du dérivé potassique, nous avons traité la quinone en solution éthérée très étendue, par la potasse en solution alcoolique concentrée, en opérant à l'abri de l'air.

b). ***Action de la potasse sur la benzoquinone en solution éthérée.*** — Une solution de 4^{gr},32 de quinone (1 molécule) dans 130^{cc} d'éther a été placée dans un flacon à large ouverture (A) fermé par un bouchon percé de deux trous ; dans l'un des trous s'en-



gage la douille d'un entonnoir à brôme, muni à sa partie supérieure d'un tube coudé par lequel on fait arriver de l'hydrogène pur et sec. Le bouchon porte, en outre, un tube coudé par lequel le gaz s'échappe.

L'appareil étant plein d'hydrogène, on ferme le robinet (R) ainsi que le tube latéral (T), qui est muni, à cet effet, d'un caoutchouc et d'une pince de Mohr ; on introduit la solution alcoolique de potasse dans l'entonnoir à brôme, en ayant soin de prendre une quantité de solution telle qu'elle renferme un peu moins de 2^{gr},24 (1 molécule) de potasse, afin d'opérer en présence d'un léger excès de quinone. On ouvre alors le robinet (R) et le tube (T), et on laisse arriver la potasse dans la solution éthérée de quinone, en opérant ainsi à l'abri de l'air.

Dès que la potasse arrive au contact de la quinone, on observe la formation d'un abondant précipité bleu cristallin.

Ce précipité est lavé à l'éther anhydre, par décantation, assez longtemps pour enlever toute trace d'alcool ou de quinone en excès, puis, placé dans l'hydrogène raréfié sec, en adoptant le dispositif que nous avons décrit au sujet des dérivés fournis par l'action du potassium.

Le produit bien sec, ainsi obtenu, se présente sous la forme d'une masse cristalline d'un bleu très franc. Il peut être conservé pendant quelque temps au contact de l'air ou de l'oxygène secs ; mais il s'altère rapidement à l'air où à l'oxygène humides, en devenant d'abord gris brun, puis brun noirâtre. Au contact de l'eau ou de l'alcool, il s'altère immédiatement et devient brun noir.

Le carbone et l'hydrogène de ce corps ont été dosés à l'aide du mélange de dichromate de potassium et de chromate de plomb, quant au potassium, il a été déterminé à l'état de sulfate.

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

	I	II	Théorie pour $C^6H^4O^2KOH$
Poids de la substance :	0,231	0,259	
Trouvé pour CO^2.... :	0,3645	0,4095	
Trouvé pour H^2O... :	0,0820	0,0825	
Soit C pour cent.... :	43,03	43,11	43,90
Soit H pour cent.... :	3,95	3,54	3,05

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6H^4O^2KOH$
Poids de la substance :	1,19	1,200	
Sulfate de potasse... :	0,611	0,641	
Soit potassium...... :	0,2742779	0,2877449	
et potassium pour cent :	23,05	23,98	23,78

Les résultats analytiques montrent que le corps bleu, obtenu en traitant la quinone en solution éthérée par une solution alcoolique

concentrée de potasse, est formé par l'union d'une molécule de potasse à une molécule de quinone. Il répond à la formule :

$$C^6H^4O^2.KOH$$

et peut être désigné sous le nom de quinone monohydrate potassique.

Nous avons essayé d'obtenir un dérivé à deux molécules de potasse pour une molécule de quinone, et cela en ajoutant à deux molécules de potasse une molécule de quinone en solution éthérée ; mais le produit rouge brun ainsi obtenu est tellement altérable que nous n'avons pu le séparer dans un état suffisant de pureté pour en faire l'analyse.

3° ACTION DE L'ÉTHYLATE DE POTASSIUM SUR LA BENZOQUINONE.

Voulant nous assurer si dans la quinone nous pourrions remplacer de l'hydrogène par le potassium, autrement que par l'action directe de ce métal, nous avons essayé l'action de l'éthylate de potassium sur la benzoquinone.

Les recherches que Loring Jackson et H. S. Grindley publient actuellement, relativement à l'action des alcools sodés sur les quinones substituées [1], viennent confirmer les résultats que nous allons exposer et que nous avons obtenus, en faisant agir à l'abri de l'air l'éthylate de potassium sur la quinone en solution éthérée.

a). *Dérivé formé par l'union d'une molécule de quinone et d'une molécule d'éthylate de potassium* (quinone monoéthylate potassique). — $C^6H^4O^2.C^2H^5OK$.— A une solution très étendue de quinone dans l'éther anhydre, on ajoute de l'éthylate de potassium, molécule à molécule, en ayant soin de prendre les précautions que nous avons indiquées, au sujet de l'action de la potasse sur la quinone et opérant comme il a été dit dans une atmosphère d'hydrogène.

[1] D. Ch. Ges., tom. XXVI, pag. 1631.

Au moment où l'éthylate arrive au contact de la quinone, il se forme un précipité vert émeraude, qui se dépose rapidement.

Ce précipité, lavé à plusieurs reprises par décantation, à l'éther anhydre, est recueilli sur des assiettes poreuses dans la cloche à hydrogène raréfié dont il a été déjà question et, après dessiccation, soumis à l'analyse.

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

	I	II	Théorie pour $C^6H^4O.^2C^2H^5OK$
Poids de la substance :	0,304	0,245	
Trouvé pour CO^2.... :	0,5415	0,4474	
Trouvé pour H^2O... :	0,1245	0,101	
Soit C pour cent.... :	48,60	49,80	50,00
Soit H pour cent.... :	4,55	4,58	4,69

Les différents dosages de carbone et d'hydrogène effectués sur ce corps ont été toujours trop faibles, mais ce fait paraît dû à ce qu'il se produit un commencement de décomposition, au moment où l'on mêle la substance avec l'oxydant employé, dichromate de potasse et chromate de plomb, comme l'indique l'odeur vineuse manifeste que l'on perçoit au moment où l'on effectue ce mélange.

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6H^4O^2.C^2H^5OK$
Poids de la substance :	0,759	0,428	
Sulfate de potasse... :	0,339	0,1915	
Potassium trouvé... :	0,1419398	0,858303	
Potassium pour cent :	20,02	20,05	20,31

Les résultats ci-dessus montrent que le corps obtenu en traitant une molécule de quinone en solution éthérée par une molécule d'éthylate de potassium, répond à la composition d'un corps formé par l'union d'une molécule de quinone avec une molécule d'éthylate de potassium :

$$C^6H^4O^2.C^2H^5OK$$

b). *Dérivé formé par l'union d'une molécule de quinone et deux molécules d'éthylate de potassium.* (Quinone diéthylate potassique). — $C^6H^4O^2.2C^2H^5OK$. — 4 gr. 32 de quinone (1 molécule) dissous dans un grand volume d'éther anhydre ont été traités par 6 gr. 72 d'éthylate de potassium (2 molécules) en solution alcoolique concentrée. L'éthylate de potassium était ajouté goutte à goutte à la solution éthérée de quinone maintenue dans une atmosphère d'hydrogène et continuellement agitée.

Il s'est formé un précipité vert foncé baigné dans un liquide, à réaction nettement alcaline, légèrement coloré en jaune.

Ce précipité, lavé par décantation à l'éther anhydre, dans une atmosphère d'hydrogène, a été séché dans l'hydrogène raréfié en présence de l'acide sulfurique.

On obtient ainsi un produit vert foncé, conservant sa couleur pendant un certain temps à l'air sec, mais s'altérant rapidement à l'air humide et devenant d'abord bleu, puis brun noir.

Une goutte d'eau transforme immédiatement ce corps en un produit noir. Une goutte d'acide sulfurique, produit un dégagement considérable de chaleur avec production de fumées à odeur aldéhydique.

L'analyse a donné les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^4O^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance desséchée sous la cloche	0gr,2355	
Trouvé CO^2.........:	0,371	
Trouvé pour H^2O....,:	0,0953	
Soit C pour cent.....:	42,96	43,48
Soit H pour cent.....:	4,49	5,07

Pour doser le carbone et l'hydrogène, la substance était placée dans une nacelle en porcelaine, et lorsque la combustion dans un courant d'oxygène était terminée, la partie du tube contenant la nacelle était remplie d'un mélange à parties égales de chromate de

plomb et de dichromate de potasse et le tube était porté de nouveau au rouge dans un courant d'oxygène.

Il est à remarquer que les résultats trouvés sont un peu faibles, mais cela tient à ce que, malgré toutes les précautions prises, la substance a subi un commencement d'oxydation entraînant une diminution dans la proportion de carbone et d'hydrogène.

Dosage du potassium.

		Théorie pour $C^6H^4O^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance :	0,694	
Sulfate de potassium. :	0,4285	
Soit potassium ...... :	0,19235365	
et potassium pour cent :	27,72	28,26

Ces résultats analytiques répondent à la composition d'un corps formé par l'union d'une molécule de quinone avec deux molécules d'éthylate de potassium : $C^6H^4O^2,2C^2H^5OK$.

Constitution des corps fournis par l'action de l'éthylate et de l'hydrate de potassium sur la benzoquinone.

Les dérivés éthylpotassiques que nous venons de décrire, peuvent être considérés comme ayant une constitution analogue à celle du composé obtenu par Loring Jackson et H. S. Grindley [1] en faisant agir l'éthylate de sodium sur la phényldioxydichloroquinone ; le dérivé éthylsodique de la diéthyloxydichloroquinone, formé dans ces conditions, doit être exprimé, d'après les recherches de ces auteurs par la formule suivante :

$$C\begin{matrix}OC^2H^5\\ONa\end{matrix}$$

$$C^2H^5OC \qquad CCl$$

$$ClC \qquad COC^2H^5$$

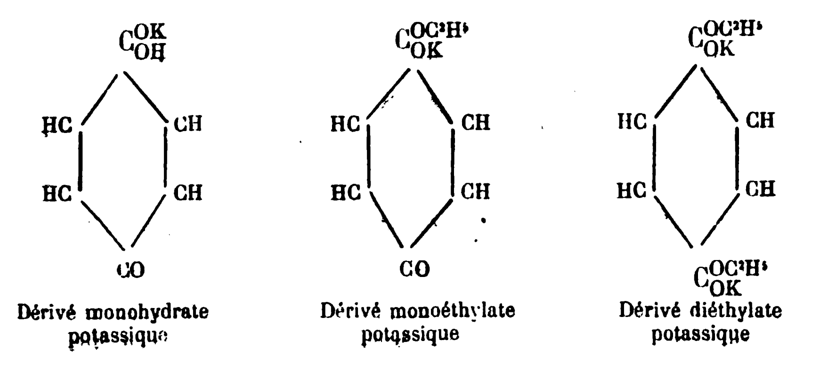
$$C\begin{matrix}OC^2H^5\\ONa\end{matrix}$$

[1] D. Ch. Ges. tom. XXVI, pag. 1631 et tom. XXVIII, pag. 1614.

Cette formule montre que l'éthylate de sodium a transformé ainsi les deux carbonyles quinoniques en deux groupements $C{<}^{ONa}_{OC^2H^5}$, de là le nom d'***hémiacétals*** donné aux composés de cet ordre, qui se forment par l'action d'alcools sodés sur les quinones substituées.

On peut également admettre, que, le dérivé que nous avons obtenu par l'action de l'hydrate de potassium sur la benzoquinone, résulte d'une transformation analogue de l'un des carbonyles quinoniques, ce CO étant transformé en $= C < ^{OK}_{OH}$. D'autant que Bodanovskaia [1] a montré que certaines dicétones (desoxybenzoïne et dibenzilcétone), sous l'influence des hydrates alcalins, donnent des dérivés de la forme $^{R}_{R}{>}C{<}^{OH}_{OK}$ dont la constitution est par conséquent analogue à celle des composés signalés par Jackson et Grindley.

Dès lors la constitution des dérivés potassiques décrits dans la deuxième partie de ce travail et obtenus par l'action de l'éthylate ou de l'hydrate de potassium sur la benzoquinone, peut être exprimée par les formules suivantes :



Dérivé monohydrate potassique — Dérivé monoéthylate potassique — Dérivé diéthylate potassique

[1] Journal soc. phys. ch. R. de Saint-Pétersbourg, fasc. n° 4.

TROISIÈME PARTIE

DÉRIVÉS POTASSIQUES PEROXYDÉS DE LA BENZOQUINONE.

Les dérivés potassiques obtenus par l'action de la potasse ou de l'éthylate de potassium sur la benzoquinone, s'oxydent à l'air avec la plus grande facilité. L'altérabilité de ces composés nous a naturellement conduit à étudier les produits ultimes de leur oxydation.

Woskressensky[1] a, le premier, indiqué qu'une solution alcaline de quinone, abandonnée à l'air, absorbe de l'oxygène, et prend une coloration brune passant au noir foncé; mais sans chercher à isoler le dérivé potassique qui avait pu se former dans ces conditions, cet auteur s'est borné à analyser le corps qu'il a séparé, par l'addition d'un acide à la liqueur noire ainsi produite.

Il ajoute que l'on obtient le même produit en traitant l'hydroquinone ou la quinhydrone par les alcalis.

En chauffant à 150° en tubes scellés, le chlorhydrate d'amido-di-imidorésorcine avec l'acide chlorhydrique à 8 ou 10 %, Merz et Zetter[2] ont obtenu la trioxyquinone $C^6H(OH)^3O^2$ et ont constaté qu'elle donne avec les alcalis et les carbonates alcalins, une solution brun violacé, altérable à l'air.

De leur côté, Nietzki et Benckiser[3], en étudiant le corps formé par l'action de l'oxyde de carbone sur le potassium, ont reconnu que ce corps répondait à la formule : $C^6O^6K^6$ et qu'il constituait

[1] J. ph. et chim., 3e série, tom. VIII, pag. 3, année 1845.

[2] D. ch. Ges., tom. XII. pag. 2035 à 2049.

[3] D. ch. Ges. tom. XVIII, pag. 499.

un dérivé de l'hexaoxybenzine : $C^6O^6H^6$; cette dernière pouvant également être obtenue en partant de l'hydroquinone.

Les auteurs ont constaté que l'hexaoxybenzine, formée dans ces deux cas, fournissait les mêmes sels alcalins d'oxyquinones.

Ils ont ainsi préparé le sel dipotassique de la tétraoxyquinone $C^6O^2(OH)^2(OK)^2$ et le sel dipotassique de la dioxydiquinone $C^6O^2O^2(OK)^2$.

Nous étudierons successivement les différents dérivés peroxydés fournis par la quinone en présence de quantités variables d'éthylate et d'hydrate de potassium.

1° Dérivés quinoniques éthylate-potassiques peroxydés.

a). ***Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action*** D'UNE MOLÉCULE ***d'éthylate de potassium sur une molécule de benzoquinone en solution alcoolique*** (Monooxyquinone, monoéthylate potassique unie à une molécule d'alcool). — $C^6OHH^3O^2.C^2H^5OK.C^2H^5OH$. — On ajoute 5 gr. 36 d'éthylate de potassium (1 molécule) en solution alcoolique cencentrée, à une solution de 4 gr. 32 de benzoquinone (1 molécule) dans 200^{cc} d'alcool absolu. Dans le liquide vert foncé ainsi formé, on fait passer à la température ordinaire et jusqu'à refus, un courant d'oxygène pur et sec. Il se forme un précipité que l'on recueille sur un filtre, placé dans un entonnoir à fermeture hydraulique, qu'on lave à l'alcool absolu, dans une atmosphère d'oxygène pur et sec, jusqu'à ce que le liquide, d'abord rouge jaunâtre, passe incolore.

Le produit, essoré sur des plaques poreuses, est desséché dans le vide sec.

On obtient ainsi un corps jaune brunâtre (couleur terre de Sienne) qui a donné les nombres suivants à l'analyse :

Dosage du potassium.

		Théorie pour $C^6OHH^3O^2.C^2H^5OK.C^2H^5OH$
Poids de la substance :	1,1985	
Sulfate de potassium. :	0,4065	
Soit potassium ...... :	0,18247785	
et potassium pour cent :	15,22	15,35

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6OHH^3O^2.C^2H^5OK.C^2H^5OH$
Poids de la substance :	0,2095	
Trouvé pour CO^2.... :	0,361	
Trouvé pour H^2O.... :	0,111	
Soit C pour cent..... :	46,99	47,24
Soit H pour cent .... :	5,88	5,91

Le carbone et l'hydrogène n'ont pu être dosés en traitant directement le produit par le mélange de dichromate de potassium et de chromate de plomb, car la décomposition se produit déjà à froid avec dégagement de vapeurs d'aldéhyde parfaitement reconnaissables à leur odeur. Pour éviter cet inconvénient, la combustion a été opérée en deux temps.

Le corps placé dans une nacelle a été d'abord chauffé au rouge dans un courant d'oxygène et dans un tube à analyse, dont la partie antérieure contenait du chromate de plomb granulé. La combustion a été ensuite terminée en noyant la nacelle avec son résidu, placé à la partie postérieure du tube, dans un mélange fondu et pulvérisé de chromate de plomb et de dichromate de potassium et portant de nouveau au rouge dans un courant d'oxygène.

Ce corps est soluble dans l'eau, avec laquelle il donne une solution rouge jaune ; il est insoluble dans l'alcool absolu, mais il se dissout très légèrement dans l'alcool à 90° et lui communique une coloration rouge jaunâtre.

Insoluble dans l'éther, le chloroforme et la benzine, il se dissout dans l'acide acétique en donnant une liqueur rouge intense.

Il est précipité de sa solution aqueuse par les acides forts et ne l'est pas par les acides faibles.

b). *Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action de* DEUX MOLÉCULES *d'éthylate de potassium sur une molécule de benzoquinone, en liqueur alcoolique* (Dioxyquinone diéthylate potassique). — $C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK.2C^2H^5OH$.— Nous avons traité $4^{gr},32$ (1 molécule de quinone) dissous dans 200^{cc} d'alcool absolu par $6^{gr},72$ (2 molécules) d'éthylate de potassium en solution alcoolique, et nous avons traité le mélange à la température ordinaire, par un courant d'oxygène pur et sec jusqu'à refus.

Le précipité formé dans ces conditions a été recueilli dans un entonnoir à fermeture hydraulique et lavé à l'alcool absolu dans une atmosphère d'oxygène, jusqu'à ce que le liquide passe complètement incolore, puis, séché dans le vide sec.

Nous avons ainsi obtenu un produit d'un beau noir de jais. La perte de poids qu'il subit par dessiccation à 100° dans un courant d'oxygène et le dosage du potassium effectué sur le corps non desséché, indiquent qu'il répond à la formule :

$$C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK.2C^2H^5OH$$

Dosage de l'alcool combiné.

			Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK.2C^2H^5OH$
Poids de la substance	=	0,880	
Perte de poids à 100°..	=	0,1905	
Soit pour cent........	=	21,64	23

Dosage du potassium.

			Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK.2C^2H^5OH$
Poids de la substance au sortir de la cloche.	=	0,718	
Sulfate de potassium...	=	0,314	
Soit potassium	=	0,1409546	
et potassium pour cent.	=	19,63	19,50

Analyse du produit desséché à 100° dans un courant d'oxygène

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance :	0,2915	
Trouvé pour CO^2..... :	0,4163	
Trouvé pour H^2O.... :	0,1392	
Soit C pour cent..... :	38,94	38,96
Soit H pour cent..... :	5,32	4,55

Dosage du potassium (dans le produit desséché à 100°).

		Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance :	0,6895	
Sulfate de potassium. :	0,386	
Soit potassium....... :	0,1732754	
et potassium pour cent :	25,13	25,32

Ce corps, traité à chaud par une solution de potasse, dégage de l'alcool, reconnaissable à son odeur, et donne, par distillation avec une solution alcaline, un liquide fournissant de l'iodoforme, quand on le traite par l'iode et le carbonate de soude.

Il est soluble dans l'eau, qu'il colore en rouge orangé intense.

Il est insoluble dans l'alcool, le chloroforme, le benzène et l'éther.

c). ***Dérivé d'oxydation du produit formé par l'action de*** TROIS MOLÉCULES ***d'éthylate de potassium, sur une molécule de benzoquinone, en liqueur alcoolique.*** (Tétraoxyquinone monopotassique diéthylate potassique). — $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$. — Nous avons traité 4gr,52 (1 molécule) de quinone en solution dans 200cc d'alcool absolu par 10gr,08 (3 molécules) d'éthylate de potassium en dissolution dans le même dissolvant, et dans le mélange, maintenu à la température ordinaire, nous avons fait passer jusqu'à refus un courant d'oxygène sec et pur.

Le précipité formé, recueilli dans un entonnoir à fermeture

hydraulique, et lavé à l'alcool absolu dans un courant d'oxygène pur et sec, a été séché dans le vide sulfurique et soumis à l'analyse.

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance au sortir de la cloche :	0,307	
Trouvé pour CO^2..... :	0,340	
Trouvé pour H^2O..... :	0,092	
Soit C pour cent.. ... :	30,20	31,75
Soit H pour cent..... :	3.33	3,45

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance desséchée sous la cloche :	1,7425	1,0195	
Sulfate de potassium.... :	1,120	0,641	
Soit potassium......... :	0,502768	0,2877449	
et potassium pour cent.. :	28,85	28,22	30,95

Le produit analysé dégage à l'air une odeur très nette d'aldéhyde, et lorsqu'on le distille dans une cornue, traversée par un courant d'oxygène sec, on recueille quelques gouttes d'un liquide à odeur aldéhydique réduisant nettement à froid le nitrate d'argent ammoniacal.

Ces faits expliquent la trop faible teneur en carbone et hydrogène du produit analysé, une partie des groupements C^2H^5 ayant disparu à l'état de C^2H^4O. Quant à la faible teneur en potassium, elle paraît due à une dissociation produite par les lavages à l'alcool, qui ont enlevé une petite quantité de ce corps, comme le montre la faible réaction alcaline du liquide de lavage.

Le mode de formation du produit $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$ nous montre que, lorsque l'oxygène agit sur la quinone, en présence de trois molécules d'éthylate, la quinone fixe quatre atomes d'oxygène

et donne naissance à de la tétraoxyquinone monopotassique diéthylatepotassique.

Ce corps, de couleur chamois, est soluble dans l'eau, avec laquelle il donne un liquide rouge orangé intense, il est insoluble dans l'alcool, le chloroforme, l'éther et le benzène.

Il est fortement hygroscopique et se liquéfie à l'air humide en donnant un liquide noir.

d). ***Dérivé d'oxydation du produit formé par l'action de*** QUATRE MOLÉCULES ***d'éthylate de potassium sur une molécule de benzoquinone en liqueur alcoolique.*** (Tétraoxyquinone monopotassique diéthylate potassique). — $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$. — Nous avons traité jusqu'à refus, par un courant d'oxygène pur et sec, une solution dans l'alcool absolu de **4gr,32** (1 molécule) de quinone, pour **13gr,44** (4 molécules) d'éthylate de potassium.

Le produit cristallisé ainsi obtenu, recueilli sur un filtre placé dans un entonnoir à fermeture hydraulique, est lavé à l'alcool absolu, dans une atmosphère d'oxygène.

Ce corps, de couleur chamois, est très hygroscopique, il se transforme à l'air humide en un liquide noir.

Desséché dans le vide, en présence de l'acide sulfurique, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6(OH)^3OK.O^2.2C^2H^5,OK$
Poids de la substance au sortir de la cloche :	0,284	
Trouvé pour CO^2.... :	0,3138	
Trouvé pour H^2O.... :	0,092	
Soit C pour cent.... :	30,13	31,75
Soit H pour cent.... :	3,59	3,45

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK$
Poids de la substance. :	0,7395	1,093	
Sulfate de potassium.. :	0,465	0,7005	
Soit potassium........ :	0,2087385	0,31485445	
et potassium pour cent :	28,22	28,80	30,95

Ce produit a identiquement le même aspect, les mêmes propriétés et la même composition que celui que l'on obtient avec trois molécules d'éthylate de potassium, il répand comme ce dernier une forte odeur d'aldéhyde quand on l'abandonne à l'air.

Il est soluble dans l'eau, avec laquelle il donne un liquide coloré en un rouge orangé intense.

Il est insoluble dans l'alcool, le chloroforme, l'éther et le benzène.

La formation du composé qui prend naissance dans cette opération et qui n'est autre, en somme, que le produit que nous avons obtenu en faisant agir trois molécules d'éthylate sur une molécule de benzoquinone, peut s'expliquer de la façon suivante ; l'éthylate de potassium, agissant sur la dioxyquinone diéthylate potassique d'abord formée, a donné de l'alcool et le composé $C^6H^2(OK)^2O^2.2C^2H^5OK$. Ce corps s'oxydant, grâce à la présence des deux OK phénoliques, s'est transformé en $C^6(OH)^2(OK)^2O^2 2C^2H^5OK$, qui s'est séparé sous la forme de cristaux cunéïformes.

On voit ainsi que le terme ultime de l'oxydation de la quinone en présence de l'éthylate de potassium, se produit quand on opère en présence d'une molécule de quinone pour trois molécules d'éthylate.

2° Dérivés peroxydés fournis par la benzoquinone en présence de l'hydrate de potassium.

a) ***Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action d'une molécule d'hydrate de potassium sur une molécule de benzoquinone*** (Monoxyquinone monohydrate potassique). — $C^6H^3OHO^2.KOH$. — Nous avons ajouté, goutte à goutte, une solution aqueuse contenant 3gr,36 (une molécule et demie) de potassse, à **4gr,32** (une molécule) de quinone, en suspension dans **200cc** d'eau distillée, le liquide filtré, après dissolution de la quinone, a été traité par un courant d'oxygène pur.

La fixation de l'oxygène étant trop lente, à la température ordinaire, nous avons chauffé à **70-80°**, et malgré cette précaution, toute absorption de gaz n'a cessé qu'au bout d'un temps très long (trois jours environ).

Le liquide, fortement coloré en noir, obtenu dans l'opération précédente, traité par quatre volumes d'alcool, a fourni un précipité noir, que nous avons recueilli sur un filtre et lavé à l'alcool dans une atmosphère d'oxygène, puis séché dans le vide en présence de l'acide sulfurique.

Ce corps donne avec l'eau une solution brun rouge. Il est insoluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène. Son analyse a donné les nombres suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^3OHO^2.KOH$
Poids de la substance desséchée sous la cloche :	0,249	
Trouvé pour CO^2...... :	0,361	
Trouvé pour H^2O...... :	0,0770	
Soit C pour cent....... :	39,53	40,00
Soit H pour cent....... :	3,43	2,78

Dosage du potassium.

		Théorie pour $C^6H^3OHO^2.KOH$
Poids de la substance....... :	0,681	
Trouvé : sulfate de potassium :	0,3265	
Soit potassium.............. :	0,14656585	
et potassium pour cent...... :	21,52	21,66

Le corps a donc pour formule : $C^6H^3OHO^2.KOH$.

b) *Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action de deux molécules d'hydrate de potassium sur une molécule de benzoquinone* (Dioxyquinone dihydrate potassique)[1]. - $C^6H^2(OH)^2O^2.(KOH)^2$. — Ce corps a été obtenu en ajoutant 4gr,48 (deux molécules) de potasse en solution dans l'alcool absolu, à 4gr,32 (une molécule) de quinone, dissoute dans 200cc du même liquide.

La liqueur obtenue, chauffée à 70-75° au bain-marie, et traitée jusqu'à refus, par un courant d'oxygène pur et sec, a fourni un abondant précipité brun noir, nettement cristallin, très hygroscopique.

Le précipité, recueilli sur un filtre dans une atmosphère d'oxygène, a été essoré sur des plaques poreuses, sans lavage préalable à l'eau ou à l'alcool, qui le dissocient, et séché dans le vide en présence de l'acide sulfurique.

L'analyse a donné les chiffres suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2KOH$
Poids de la substance :	0,298	
Trouvé pour CO^2.... :	0,314	
Trouvé pour H^2O.... :	0,0955	
Soit C pour cent..... :	28,73	28,57
Soit H pour cent..... :	3,56	2,39

[1] C'est par erreur que j'ai attribué à ce composé la formule $C^6O^6K^2$ (C. R., tom. CXXI, pag. 559) : En appliquant un procédé très rigoureux d'analyse pour le dosage de l'hydrogène (voir pag. 50), j'ai constaté en effet que l'eau que j'attribuais à la grande hygroscopicité du corps était en partie de l'eau de constitution.

Ce corps est tellement hygroscopique qu'il se transforme rapidement à l'air en un liquide noir, et que, pendant les manipulations qu'on lui fait subir pour procéder au dosage du carbone et de l'hydrogène, la quantité d'eau absorbée rend inexacte la détermination de l'hydrogène, par les méthodes ordinaires. Aussi le dosage de cet élément exige-t-il certaines précautions que nous allons indiquer et qui, du reste, pourraient être appliquées, avec le dispositif décrit plus loin, au dosage de l'hydrogène dans les composés organiques très hygroscopiques.

Le corps a été introduit dans une nacelle, et pesé après dessiccation complète à 110°, en se plaçant à l'abri de l'air humide. Cette nacelle a été alors placée dans la partie postérieure d'un tube à combustion de 1^m,50 de longueur, dont la partie antérieure était remplie de chromate de plomb sur une longueur d'environ 0^m,80.

La partie du tube où se trouvait la nacelle était entourée d'un manchon en cuivre à deux tubulures, faisant office d'étuve à air chaud, muni d'un thermomètre à chacune de ses tubulures. La température du manchon, surveillée avec soin, était maintenue entre 110 et 115°.

Le chromate de plomb étant porté au rouge et la nacelle étant chauffée, on faisait traverser le tube par un courant d'oxygène sec jusqu'à ce qu'un tube en U à ponce sulfurique, dans lequel le gaz se desséchait à sa sortie, ne changeât plus de poids.

Ce résultat étant obtenu, on supprimait l'étuve à air chaud, et l'on commençait la combustion en portant peu à peu la nacelle au rouge dans un courant d'oxygène.

Le dosage de l'hydrogène, effectué comme il vient d'être dit, a donné les résultats suivants :

	I	II	Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2KOH$
Poids de la substance. :	0,322	0,214	
Quantité d'eau trouvée :	0,0695	0,0465	
Soit H pour cent...... :	2,397	2,41	2,39

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.2KOH$
Poids de la substance...... :	0.2435	0,6255	
Trouvé sulfate de potassium :	0,1735	0,445	
Soit potassium............. :	0,0777627	0,1997605	
Et potassium pour cent..... :	31,91	31,94	30,95

Ce corps est soluble dans l'eau, avec laquelle il donne un liquide orangé foncé.

Il est insoluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène.

c) ***Dissociation du composé précédent, par l'eau, avec formation ded ioxyquinone monohydrate de potassium hydratée*** (Dioxyquinone monohydrate potassique monohydratée [1]). — $C^6H^2(OH)^2O^2.KOH.H^2O$. — En dissolvant dans beaucoup d'eau, la dioxyquinone dipotassique dont nous venons d'indiquer le mode de préparation, elle se dissocie, et, si l'on ajoute à la solution aqueuse assez d'alcool concentré pour que le titre alcoolique du mélange soit d'environ 70°, on obtient un précipité noir perdant facilement une molécule d'eau à 100°.

Dosage de l'eau perdue à 100°.

		Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.KOH.H^2O$
Poids de la substance :		
Séchée dans le vide.. :	1,123	
Quantité d'eau perdue :	0,0795	
Soit eau pour cent... :	7,07	8,41

Le résultat un peu faible peut être attribué à un commencement de déshydratation du corps dans le vide.

[1] C'est par erreur que j'ai attribué à ce corps la formule C^6O^6KH (voir note pag. 49).

Dosage du carbone et de l'hydrogène sur le corps desséché à 100°.

		Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.KOH$
Poids de la substance :	0,2794	
Trouvé pour CO^2.... :	0,375	
Trouvé pour H^2O.... :	0,074	
Soit C pour cent..... :	36,60	36,73
Soit H pour cent..... :	2,94	2,56

Dosage du potassium.

	I	II	Théorie pour $C^6H^2(OH)^2O^2.KOH$
Poids de la substance :	0,7695	0,393	
Trouvé pour sulfate de potassium........ :	0,341	0,1685	
Soit potassium...... :	0,1530749	0,0755217	
Et potassium pour cent:	19,89	19.21	19,89

En résumé, le dérivé dioxyquinone dihydrate de potassium : $C^6H^2(OH)^2O^2.2KOH$, traité par l'eau, se dissocie, perd un atome de potassium, qui est remplacé par de l'hydrogène et donne :

$$C^6H^2(OH)^2O^2.KOH.H^2O$$

d). *Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action de* TROIS MOLÉCULES *d'hydrate de potassium sur une molécule de benzoquinone* (Tétraoxyquinone monopotassique monohydrate potassique)—$C^6(OH)^3OKO^2.KOH$.—Nous avons traité 4gr,32 (1 molécule) de quinone en suspension dans 200cc d'eau par 6gr,72 (3 molécules) de potasse en solution aqueuse concentrée.

Le liquide, brun verdâtre, obtenu, chauffé à 70-80° et traité jusqu'à refus par un courant d'oxygène pur, a fourni une liqueur noire qui, par l'addition d'alcool concentré, a donné un précipité noir, se collant contre les parois du ballon dans lequel on fait l'opération.

Ce précipité, lavé à plusieurs reprises à l'alcool concentré, a été

dissous dans une faible quantité d'eau, et la solution évaporée dans l'étuve à 100°.

Le résidu de l'opération se présente sous la forme d'écailles noires, brillantes, insolubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène.

L'analyse de ce corps a donné les résultats suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

	I	II	Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.KOH$
Poids de la substance séchée à 106°..... :	0,280	0,288	
Trouvé pour CO^2..... :	0,284	0,286	
Trouvé pour H^2O.... :	0,051	0.074	
Soit C pour cent..... :	27,65	27,08	27,07
Soit H pour cent..... :	2,02	2,85	1,50

Dosage du potassium.

		Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.KOH$
Poids de la substance séchée à 106°...... :	0,733	
Trouvé pour SO^4K^2.. :	0,4655	
Soit potassium....... :	0,2089695	
Et potassium pour cent:	28,507	29,32

L'analyse ci-dessus montre que, sous l'action de trois molécules de potasse en présence de l'eau, une molécule de quinone fixe quatre atomes d'oxygène, pour donner naissance à un produit qui, après dessiccation à 106°, présente la composition de la tétra-oxyquinone monopotassique unie à une molécule d'hydrate de potassium.

e). ***Produit d'oxydation du dérivé formé par l'action de*** **QUATRE MOLÉCULES** ***d'hydrate de potassium sur une molécule de benzoquinone*** (Tétraoxyquinone monopotassique monohydrate de potassium hydratée).— $C^6(OH)^3OKO^2.KOH.2H^2O$. — Ce corps a été

obtenu en traitant par un courant d'oxygène une solution aqueuse contenant quatre molécules de potasse pour une de quinone. 4gr,32 (une molécule) de quinone, en suspension dans 200cc d'eau sont additionnés de 8gr,96 (4 molécules) de potasse en solution aqueuse concentrée, et dans la solution obtenue, chauffée à 70-80°, on fait passer jusqu'à refus un courant d'oxygène pur.

La solution noire obtenue, traitée par l'alcool concentré, a fourni une masse emplastique, se collant contre les parois du vase. Le produit, lavé à plusieurs reprises à l'alcool concentré, a été redissous dans la plus petite quantité d'eau et séché dans le vide sulfurique.

Nous avons obtenu une substance en écailles noires brillantes, insolubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène.

L'eau dissout ce composé en se colorant en rouge brun. L'acide sulfurique le détruit en donnant un précipité brun.

La composition du produit desséché dans le vide sulfurique répond à celle d'un composé formé par une molécule de tétraoxyquinone monopotassique monohydrate de potassium hydratée et répondant à la formule $C^6(OH)^3OKO^2.KOH^6.2H^2O$.

Ce corps chauffé à 105° perd deux molécules d'eau :

Dosage de l'eau.

		Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.KOH.2H^2O$
Poids de la substance desséchée sous la cloche :	0,951	
Qantité d'H^2O perdue.. :	0,1145	
Soit eau pour cent.....:	12,04	11,92

L'analyse de ce produit, chauffé à 105°, a donné les nombres suivants :

Dosage du carbone et de l'hydrogène.

		Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.KOH$
Poids de la substance =	0,310	
Trouvé pour CO^2.... =	0,3095	
Trouvé pour H^2O.... =	0,065	
Soit C pour cent..... =	27,22	27,07
Soit H pour cent..... =	2,33	1,50

Dosage du potassium.

			Théorie pour $C^6(OH)^3OKO^2.KOH$
Poids de la substance.	=	0,8066	
Trouvé pour SO^4K^2...	=	0,5365	
Soit potassium.......	=	0,24083485	
Et potassium pour cent	=	29,85	29,32

Le corps obtenu est donc bien de la tétraoxyquinone monopotassique unie à une molécule d'hydrate de potassium.

On voit donc que la quantité d'oxygène fixée par une molécule de quinone en présence de quatre molécules de potasse caustique, est la même que celle qui se fixe sur cette substance quand on opère en présence de trois molécules d'alcali.

L'étude des dérivés fournis par l'action de l'oxygène sur la quinone, en présence de la potasse, ou de l'éthylate de potassium, nous permet d'établir la règle suivante, au point de vue de l'oxydation de la quinone en présence des alcalis.

« Lorsque l'on oxyde une molécule de quinone, en présence d'un nombre croissant de molécules de potasse, chaque molécule alcaline amène d'abord la fixation d'un atome d'oxygène sur la quinone ; mais, dès que la quantité d'alcali atteint trois molécules, la quantité d'oxygène fixé devient constante et égale à quatre atomes d'oxygène pour une molécule de quinone.»

Les dérivés oxypotassiques de la benzoquinone, que nous venons de décrire, se distinguent nettement, par leur constitution, des sels alcalins d'oxyquinone obtenus par Nietzki et Benckiser en partant de l'hexaoxybenzine (voir pag. 40).

En effet, les composés que nous avons obtenus, étant en somme les produits d'oxydation des dérivés décrits dans la deuxième partie de ce travail, obtenus par l'action de l'éthylate et de l'hydrate de potassium sur la benzoquinone, leur constitution peut être exprimée, d'après les observations faites précédemment, par les formules suivantes :

PRODUITS D'OXYDATION FOURNIS PAR LA BENZOQUINONE EN PRÉSENCE DE QUANTITÉS VARIABLES D'ÉTHYLATE DE POTASSIUM.

$C^{OK}_{OC^2H^5}$	$C^{OK}_{OC^2H^5}$	$C^{OK}_{OC^2H^5}$
HOC — CH	HOC — CH	KOC — COH
HC — CH	HC — COH	HOC — COH
$C^{OC^2H^5}_{OH}$	$C^{OK}_{OC^2H^5}$	$C^{OK}_{OC^2H^5}$
Produit obtenu par l'action d'une molécule d'éthylate. *Monooxyquinone mono-éthylate potassique unie à une molécule d'alcool.*	Produit obtenu par l'action de deux molécules d'éthylate. *Dioxyquinone diéthylate potassique.*	Produit obtenu par l'action de trois ou quatre molécules d'éthylate. *Tétraoxyquinone monopotas. diéthylate potas.*

PRODUITS D'OXYDATION FOURNIS PAR LA BENZOQUINONE EN PRÉSENCE DE QUANTITÉS VARIABLES D'HYDRATE DE POTASSIUM.

C^{OK}_{OH}	C^{OK}_{OH}	C^{OK}_{OH}
HOC — CH	HOC — CH	HOC — CH
HC — CH	HC — COH	HC — COH
CO	C^{OK}_{OH}	C^{OH}_{OH}
Produit obtenu par l'action d'une molécule d'hydrate de potassium. *Monooxyquinone monohydrate potassique.*	Produit obtenu par l'action de deux molécules d'hydrate de potassium. *Dioxyquinone dihydrate potassique.*	Produit obtenu en dissociant par l'eau la dioxyquinone d'hydrate potas. *Dioxyquinone monohydrate potas. monohydratée*

C^{OK}_{OH}

HOC — CO

HOC — COK

C^{OH}_{OH}

Produit obtenu par l'action de trois ou quatre molécules d'hydrate de potassium.
Tétraoxyquinone monopotassique monohydrate potassique hydratée.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans la première partie de mon travail, j'ai indiqué :

I. La préparation et l'étude de l'acide quinone di-o-aminobenzoïque et de ses dérivés chlorobenzoylé, nitrosé et potassique.

II. La préparation de l'acide quinone di-o-aminobenzoïque-o-imidobenzoïque et la démonstration du fait, que les acides aminobenzoïques se comportent vis-à-vis de la quinone, comme des amines à fonction simple, la quinone jouant le rôle d'une dicétone [1].

III. L'obtention des dérivés suivants :

Acide quinone m-aminobenzoïque ;
Acide quinone di-m-aminobenzoïque ;
Acide quinone di-m-aminobenzoïque-m-imidobenzoïque ;
Acide quinone di-p-aminobenzoïque.

IV. La préparation de l'acide dichloroquinone di-o-aminobenzoïque a permis d'observer que, tandis que l'aniline, agissant sur la trichloroquinone donne un dérivé résultant de la substitution de deux groupements $AzH.C^6H^5$ à deux atomes de chlore, l'acide o-aminobenzoïque donne un produit résultant du remplacement de l'atome d'hydrogène quinonique par $AzH.C^6H^4.CO^2H$ pendant que le même groupement est substitué à un seul atome de chlore.

[1] Ces premières recherches ont été faites en collaboration avec M. J. Ville.

Les dérivés potassiques que j'ai pu obtenir et que j'ai étudiés dans la deuxième partie de mon travail, sont les suivants :

V. La quinhydrone bipotassique unie à une molécule d'éther :

$$\left(C^6H^4 {\scriptstyle O-\atop OK}\right)^2 C^4H^{10}O$$

VI. L'hydroquinone monopotassique unie à une molécule d'hydroquinone

$$C^6H^4 {\scriptstyle OK\atop OH} \cdot C^6H^4 {\scriptstyle OH\atop OH}$$

VII. La quinhydrone bipotassique avec substitution d'un atome de potassium à un atome d'hydrogène du noyau :

$$C^6H^3K \left({\scriptstyle O\ -\ O\atop OK\ KO}\right) C^6H^4$$

VIII. La quinone monohydrate potassique : $C^6H^4O^2.KOH$.

IX. La quinone monoéthylate potassique : $C^6H^4O^2.C^2H^5OK$.

X. La quinone diéthylate potassique : $C^6H^4O^2.2C^2H^5OK$.

XI. La monooxyquinone monoéthylate potassique unie à une molécule d'alcool : $C^6.OH.H^3O^2.C^2H^5OK.C^2H^5OH$.

XII. La dioxyquinone diéthylate potassique :

$$C^6(OH)^2H^2O^2.2C^2H^5OK.$$

XIII. La tétraoxyquinone monopotassique diéthylate potassique :

$$C^6(OH)^3OKO^2.2C^2H^5OK.$$

XIV. La monoxyquinone monohydrate potassique :

$$C^6.OH.H^3O^2.KOH.$$

XV. La dioxyquinone dihydrate potassique :

$$C^6(OH)^2H^2O^2.2KOH,$$

XVI. La dioxyquinone monohydrate potassique hydratée :

$$C^6(OH)^2H^2O^2.KOH.H^2O.$$

XVII. La tétraoxyquinone monopotassique monohydrate potassique dihydratée : $C^6(OH)^3OKO^2.KOH.2H^2O$.

En résumé, les différents dérivés quinoniques dont nous venons de faire l'étude, viennent à l'appui des faits déjà connus, qui établissent la nature dicétonique de la benzoquinone.

Quant au mode de formation des deux séries : oxyquinone éthylate potassique et oxyquinone hydrate potassique, il permet de formuler les règles d'oxydation de la quinone en présence des alcalis.

Tome VIII (1872-1875) 23

Fascicule 1 (1872). Martins, (2), Duval-Jouve (2), Crova, Munier, Boussinesq 6

— 2 (1873). Crova, Cazalis de Fondouce, Duval-Jouve, Roche (2), Martins, Munier 6

— 3 (1874). Duval-Jouve, Sabatier 6

— 4 (1875). Lenthéric 5

Tome IX (1876-1879) 23

Fascicule 1 (1876)..... Crova, Duval-Jouve, Martins 6.50

— 2 (1877-1876). Roche (2), Guinard, Crova (2), Duval-Jouve, Martins, Sabatier 7.50

— 3 (1879)..... Sabatier 9

Tome X (1880-1884) 23

Fascicule 1 (1880-1881) Caurchet, Cazalis de Fondouce, Crova (2), Roche 7.50

— 2 (1882)..... Roche (2), Crova (2), Sabatier 7.50

— 3 (1883-1884) Combescure, Crova (5), Sabatier, Pauchon, Tisserand, Garbe 6

Tome XI (1885-1892) 15

Fascicule 1 (1885-1886) Houdaille (3), Combescure (2), Crova (3), Dautheville, Brocard (2), de Rouville. 6

— 2 (1887-1890) Crova (4), de Forcrand, Fabry 4.50

— 3 (1890-1892) Flahault 4.50

ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

MÉMOIRES
DE LA SECTION DES SCIENCES

RECHERCHES

SUR

LA MÉTÉOROLOGIE ET LES MÉTÉOROLOGISTES

A MONTPELLIER

DU XVIIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS

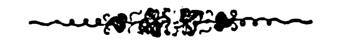
Par Édouard ROCHE

Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier

Retrouvées dans ses papiers et publiées par son frère

2e SÉRIE — TOME II.

No 5.



MONTPELLIER

IMPRIMERIE CHARLES BOEHM

DELORD-BOEHM ET MARTIAL, SUCCESSEURS

Imprimeurs de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier

1898

PRIX DES MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

1re série, in-4°, de 1847 à 1892

La collection complète des trois Sections.......... 26 vol. Fr. 540
La collection de la Section de Médecine........... 6 — 106
La collection de la Section des Sciences........... 11 — 251
La collection de la Section des Lettres............ 9 — 183

SECTION DES SCIENCES

TOME I (1847-1850)................... Fr. 25

Fascicule 1 (1847). Dunal, Marié-Davy (3), Gergonne, Marcel de Serres, Rafeneau-Delile, Gerhardt, P. Gervais............................ 4

— 2 (1848). Peytal (2), Roche, Marcel de Serres (2), O. Bonnet, Chancel, Dunal (3), de Girard, P. Gervais.......................... 10

— 3 (1849). P. Gervais (2), Marcel de Serres, Marié-Davy, Roche, Chancel, de Girard, Lenthéric.... 5

— 4 (1850). Marié-Davy, Roche, Marcel de Serres, P. Gervais (3), Lenthéric, Peytal, Chancel.. 6

TOME II (1851-1854)....................... 25

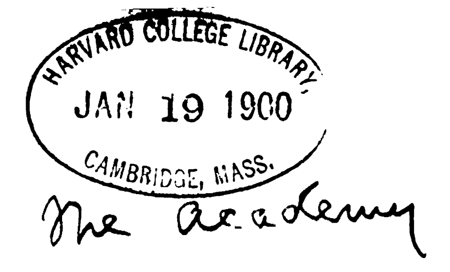
Fascicule 1 (1851)..... Lenthéric, Roche, Marcel de Serres, de Rouville, P. Gervais (2), Dunal. 5

— 2 (1852-1853) Lenthéric, Lenthéric neveu (2), Roche (3), Marcel de Serres (2), Marié-Davy (2), A. Godron, P. Gervais (2), Sallières, Courty........................ 7.50

— 3 (1854)..... Marcel de Serres (2), Ch. Martins (2), Roche, Marié-Davy, Lenthéric neveu, H. Faure......................(*épuisé*)

TOME III (1855-1857)...................... 25

Fascicule 1 (1855). Parès, Marcel de Serres, Charles Martins, E. Roche.......................... 8.50



RECHERCHES

SUR

LA MÉTÉOROLOGIE ET LES MÉTÉOROLOGISTES

A MONTPELLIER

DU XVIIIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS

Par Édouard ROCHE
Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier

Retrouvées dans ses papiers et publiées par son frère

INTRODUCTION

« *J'aurais bien voulu publier mes recherches sur la météorologie et les météorologistes au* XVIIIe *siècle jusqu'à nos jours* ». C'est à l'expression de ce regret et de ce désir, retrouvée dans les papiers de mon frère, que j'ai voulu répondre autant qu'il est en mon pouvoir par cette publication posthume.

En dépouillant, aux Archives de l'Hérault, les anciennes observations météorologiques de Badon (1756-1792) pour les comparer aux siennes, il avait été conduit à remonter à l'origine de la Météorologie et à suivre le développement de cette science jusqu'à nos jours, au milieu du mouvement scientifique dont notre ville a été le théâtre au siècle dernier. Frappé de l'initiative qu'eut dans ce mouvement la Société royale des Sciences de Montpellier, et après elle la Société

libre, rattaché d'ailleurs à quelques-uns de leurs membres (le physicien Romieu, le sénateur Crassous et J. Poitevin) par des liens de famille, il chercha à faire revivre un passé déjà éloigné de nous, mais où la science actuelle peut trouver d'intéressants documents et d'utiles exemples.

De ces recherches était sortie l'idée d'un grand travail, dont plusieurs chapitres, détachés par suite de diverses circonstances, ont formé la *Notice sur l'Observatoire de l'ancienne Société des Sciences de Montpellier* (1881), le *Climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier* (1882), peut-être même la *Notice sur les travaux de J.-B. Romieu* (1879), et le *Résumé général des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de* 1857 *à* 1867 (1875). Le Mémoire lui-même, soumis à trois rédactions successives, du moins quant à la partie la plus ancienne et la plus importante, était presque achevé, quand la mort de mon frère est venue en empêcher la publication. J'ai pensé que cet hommage rendu à l'ancienne Société des Sciences serait bien accueilli par l'Académie, qui lui a succédé à Montpellier, et qui a bien voulu garder le souvenir de mon frère comme celui d'un de ses membres les plus dévoués.

Le manuscrit a été reproduit tel que je l'ai trouvé dans ses papiers, avec les seules modifications de détail qu'exigeait l'impression : il l'aurait certainement soumis, suivant son habitude, à une revision nouvelle. La partie qui se rapporte à l'époque actuelle est très abrégée : ce sujet, qu'il avait traité ailleurs, ne rentrait qu'indirectement dans le cadre de son travail, et ne figure pas dans la dernière rédaction qu'il en a laissée, c'est d'après des notes antérieures que les dernières pages ont pu être reconstituées. Il n'y avait, du reste, pour cela qu'à se laisser guider par la table analytique dont il avait fait précéder son manuscrit, et qui, malgré un changement d'allure bien marqué en 1868, continue jusqu'à ces dernières années, en se terminant par une Conclusion qu'il n'a malheureusement pas eu le temps de développer. Cette table est le résumé le plus fidèle du Mémoire, dont elle reproduit le caractère essentiel : l'auteur ne s'est pas borné à faire la biographie et à exposer les travaux des divers savants, il s'attache à discuter leurs conclusions, à les rapprocher des théories plus récentes. Etendant

en outre le domaine de la météorologie, il la considère dans ses rapports avec l'astronomie, l'agriculture et la médecine, et il se trouve ainsi amené à entrer dans des détails d'un grand intérêt sur des questions qu'on ne s'attendrait pas à voir traitées dans ce travail, notamment celle des constitutions médicales. Il donne, du reste, toujours des indications bibliographiques nombreuses et utiles pour divers ordres d'études.

A la suite du Mémoire est placé un Appendice sur le Régime des vents à Montpellier.

Parmi les questions d'astronomie que mon frère avait abordées incidemment, deux surtout l'ont entraîné à de longues recherches qu'il n'a pu terminer. Elles sont relatives aux observations faites à Montpellier par divers astronomes, entre autres l'abbé Picard, de l'Académie des Sciences de Paris, dans son voyage de 1674, et Plantade pendant sa longue et laborieuse carrière. En particulier, la connaissance exacte des points de la ville où ces observations ont eu lieu présentait un certain intérêt pour l'archéologie locale, et devait même fournir un élément important pour discuter l'exactitude des mesures géographiques. Tenant à donner autant que possible une solution définitive à des questions très obscures et longtemps controversées, nous avons voulu, mon fils et moi, épuiser toutes les sources de renseignements : de là le retard, bien long mais bien involontaire, apporté à la publication de ce Mémoire.

L'étude que nous avons faite du travail de Picard dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, tom. VII, et les documents que nous avons consultés à l'Observatoire de Paris, où ils ont été récemment retrouvés par M. G. Bigourdan dans les papiers de Flaugergues et ceux de Delisle, nous autorisent à présenter pour ces questions une réponse à peu près satisfaisante : en tout cas, nous doutons qu'on arrive jamais à un résultat plus complet et plus précis, à cause de la transformation rapide des lieux et de la disparition des documents. Nous leur avons consacré quatre Notes : I Observations de Picard ; II Lieu où a observé Picard à Montpellier ; III Observations qui suivirent le voyage de Picard ; IV Tour Plantade. Elles épargneront, je l'espère, à d'autres les longues investigations qu'elles nous ont coûté,

et rectifieront d'ailleurs, sur quelques points intéressants, des assertions inexactes, qui s'étaient glissées, sous l'autorité de divers historiens, dans des Mémoires précédents.

Pour suppléer à la rareté des documents connus, nous avons dû faire appel à la bienveillance d'un grand nombre de personnes. Nous serons amenés à citer la plupart d'entre elles dans le développement des Notes ; mais nous ne voulons pas attendre ce moment pour leur offrir à toutes l'expression de notre gratitude.

A. Roche.

TABLE

LA

MÉTÉOROLOGIE ET LES MÉTÉOROLOGISTES

A MONTPELLIER

Par Edouard ROCHE.

Si notre ville est depuis plusieurs siècles un centre célèbre d'études médicales, elle n'est pas restée étrangère aux autres sciences, mais a fourni un précieux contingent aux études les plus diverses. Sans parler de l'histoire naturelle, représentée à Montpellier dès le XVIe siècle par des noms illustres, de la botanique, cultivée plus qu'ailleurs dans notre région, dont certaines localités sont devenues classiques, la physique au siècle dernier a fait ici des progrès notables, l'astronomie s'est enrichie de belles observations, la minéralogie et la géologie, puis la chimie dès ses débuts, ont illustré plusieurs de nos compatriotes. Nous nous proposons de montrer que la météorologie s'est en quelque sorte créée chez nous et qu'elle y a reçu un contingent d'observations et d'idées théoriques, qui aujourd'hui même n'ont rien perdu de leur prix.

Montpellier est une des premières villes où l'on ait fait des observations suivies du baromètre et de la température. Nous avons déjà fait connaître[1] celles que l'on doit à Badon et développé les résultats de leur discussion au point de vue de l'étude de notre climat. Il ne sera peut-être pas sans utilité de retracer ces débuts de la météorologie, et en gardant le souvenir des hommes dévoués

[1] Le *Climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier*, 1882. *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*, Section des Sciences, tom. X, pag. 329.

qui s'y consacrèrent, de rappeler ceux de leurs travaux qui ont conservé de l'intérêt.

La fin du xvii[e] siècle fut signalée par un mouvement scientifique bien marqué. L'établissement de l'Académie royale des Sciences de Paris en 1666 avait donné l'impulsion : elle fut secondée dans notre ville par diverses circonstances particulières. Ce fut d'abord la venue à Montpellier, en 1674, du célèbre astronome Picard, envoyé par l'Académie pour un passage de Mercure sur le soleil. Il détermina la longitude et la latitude de Montpellier, Maguelone et Cette. A partir de cette époque, des observations astronomiques régulières se firent à Montpellier (éclipse de soleil du 23 juin 1675 ; éclipse de soleil du 11 juin 1676, observée par Saporta et Rheile; passage de Mercure du 7 novembre 1677). Il faut également citer la création, en 1682, à Montpellier d'une chaire de mathématiques et d'hydrographie, dont le premier titulaire fut Nicolas Fizes, docteur et avocat, père du célèbre médecin Antoine Fizes ; on lui doit un traité d'arithmétique (1688) et des éléments d'astronomie (1689)[1].

Le séjour prolongé de 1671 à 1678 d'un disciple de Descartes ne fut pas non plus sans exercer sous ce rapport une heureuse influence. Sylvain Régis, l'un des principaux propagateurs du cartésianisme, fit connaître la physique nouvelle à Montpellier, comme il l'avait déjà fait à Toulouse. Il institua des conférences où la foule se porta avec empressement ; en exposant les séduisantes spéculations du grand philosophe, il ouvrait aux esprits d'élite des horizons nouveaux et les intéressait aux grands phénomènes de la nature et aux lois de la physique, que lui-même devait développer plus tard dans son système de philosophie. Jusque-là on ne s'était guère occupé que d'études liées à la médecine, comme la chimie et la connaissance des animaux et des plantes. Désormais toutes les sciences seront également en honneur, et cultivées non seule-

[1] *Notice sur l'Observatoire de l'ancienne Société des Sciences de Montpellier.* 1881. Acad. de Montp. tom. X, pag. 133.

ment par les membres des corps enseignants, mais par des gens du monde, des militaires, des avocats et des magistrats.

Dans les dernières années du XVII[e] siècle, un certain nombre d'hommes instruits, rapprochés par un goût commun pour les questions de physique et d'histoire naturelle, se réunissent régulièrement dans la bibliothèque de l'évêque Colbert : ce sont Plantade, Clapiès, Magnol, Astruc, La Peyronie, etc. Mais l'âme de ces réunions était le président Bon[1], qui pendant plus de cinquante ans occupa à Montpellier une position justifiée par ses travaux de toute nature et qui a laissé dans notre histoire un durable souvenir.

Conseiller, puis premier président de la Cour des comptes, aides et finances, Bon dut à ses recherches sur les antiquités et la numismatique d'être nommé membre de l'Académie des inscriptions et belles-lettres. Il avait rassemblé chez lui les instruments les plus nouveaux et consacrait aux sciences les loisirs que lui laissaient ses fonctions. On lui doit plusieurs mémoires sur l'histoire naturelle appliquée à l'industrie et à l'agriculture, mais son activité se porta surtout vers la météorologie expérimentale, qu'il inaugura à Montpellier.

Depuis 1699, Bon observait la pression barométrique ; en 1702 il commença à mesurer assidûment les variations de température avec le thermomètre de Sanctorius ou de Florence. En 1705, il lui substitua le thermomètre d'Amontons nouvellement inventé, et qui, tout imparfait qu'il fût, est comparable jusqu'à un certain point aux thermomètres modernes. Il commença alors une série régulière d'observations sur le plan de celles que de la Hire avait instituées à Paris en 1688.

Grâce à lui, nous avons des renseignements sur l'été de 1705,

[1] François-Xavier Bon de Saint-Hilaire, né à Montpellier en 1678, mort à Narbonne en 1761. Son éloge fut lu par de Ratte à la Société royale dans la séance publique de 1762. Voyez aussi son éloge par Lebeau, rédigé sur les renseignements fournis par Badon (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions*, tom. XXXI, pag. 315).

qui fut excessif, surtout par la continuité des grandes chaleurs ; elles durèrent du 17 juillet au 30 août, presque sans interruption ; le thermomètre s'élevait chaque jour à 34° en moyenne. Le maximum de chaleur eut lieu le 30 juillet, vers 3 heures du soir, par un temps serein et un vent du sud-ouest. De mémoire d'homme, on ne se souvenait d'en avoir éprouvé de semblable. L'air semblait aussi brûlant que celui qui sort d'une fournaise ardente ; on ne trouvait d'autre asile où l'on pût se retirer que les caves. La plupart des vignes des environs furent brûlées et les fruits desséchés. Le thermomètre paraît avoir dépassé 40 degrés centigrades. C'est la température que nous observâmes le 5 juillet 1859. Ces chaleurs extrêmes, mais de très courte durée, se reproduisent de temps à autre à Montpellier : on en avait observé une à peu près semblable le 22 juillet 1688.

Peu d'années après, Bon eut l'occasion d'étudier l'hiver de 1709, qui désola toute la France dans les circonstances désastreuses où il se produisit. A Montpellier, le froid fut surtout funeste parce qu'il survint après de grandes pluies en décembre. Les gelées commencèrent la nuit du 6 au 7 janvier et durèrent jusqu'au 23. Le 10, il tomba de la neige, et dans la nuit du 10 au 11, jour du plus grand froid, le thermomètre descendit à — 14° centigrades ; le froid pénétra dans les maisons les plus calfeutrées, au point qu'on ne put dormir. Le lendemain, le thermomètre s'arrêta à — 10°, les jours suivants à — 7° ou — 8° jusqu'au 21. Selon Van Swinden[1], le thermomètre descendit encore plus bas. D'après les calculs de ce physicien, les observations de Bon, réduites en degrés centigrades, donneraient — 16° le 11 et — 12° le 12 et le 19 janvier. On eut encore de la neige le 15 ; enfin il plut le 23, ce qui amena le dégel.

La Garonne et le Rhône gelèrent en divers points sur une forte épaisseur, ainsi que les étangs du Languedoc, même l'étang de Thau, qui est ordinairement agité comme une mer ; on alla de Balaruc et de Bouzigues à Cette sur la glace. Cela n'était pas arrivé

[1] *Lettres sur les grands hivers. Journal de Physique*, tom. L, pag. 277 et 348.

depuis l'hiver de 1363-1364, où l'on traversait l'étang de Cette à Méze, et le Rhône sur des chariots.

Il y eut de nouveau de fortes gelées vers le 9 et le 25 février et les premiers jours de mars. La France perdit la récolte de blé; notre région, presque tous ses oliviers jusqu'à la racine (comme en 1608), et beaucoup d'autres arbres tels que grenadiers, figuiers, lauriers, jasmins, pins, et même des chênes verts[1]. Ce n'est qu'en 1715 qu'on recommença à recueillir de l'huile à Montpellier. Bien qu'il y ait eu depuis des hivers très froids, 1709 est resté le type des grands hivers. Dans le court intervalle de cinq ans, Bon avait pu saisir les deux points extrêmes de notre climat.

A la même époque se rapportent les expériences curieuses et alors nouvelles d'Antoine Gauteron, secrétaire de la Société royale des Sciences de Montpellier, sur l'évaporation de la glace pendant la forte gelée, imprimées dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris* de 1709 (et *Société royale*, tom. I, *Mémoires*, pag. 381).

Lorsqu'en 1701 Dominique Cassini, délégué par l'Académie des Sciences et accompagné de son fils Jacques Cassini et de son neveu Maraldi, vint dans le midi de la France pour prolonger la méridienne de Paris, il séjourna quelque temps dans notre ville, et il y trouva des aides et des collaborateurs exercés. C'était notamment François de Plantade, dont la famille était alliée à la sienne, qui à Paris avait déjà fait auprès de lui son apprentissage de l'astronomie pratique et qui s'était construit ici un petit observatoire sur la tour de sa maison à la Grand'Rue (n° 524, d'après de Zach; n° 8, maison Bruyas) : c'est là qu'observa Cassini. Par ses conseils, Plantade et son ami Clapiès songèrent à organiser, à l'imitation de l'Académie des Sciences de Paris, dont ils étaient l'un et l'autre correspondants, ces réunions particulières d'hommes d'étude ou d'amis de la science que Bon avait rapprochés et groupés autour de lui.

Telle fut l'origine de la Société royale des Sciences de Montpel-

[1] Gauteron; *Société royale*, tom. I, *Mémoires*, pag. 381, 385.

lier ; elle fut légalement instituée en février 1706 et unie par la loi de son établissement à l'Académie des Sciences de Paris. Seule entre toutes les académies de province fondées à cette époque ou postérieurement, la Société de Montpellier ne fut pas seulement affiliée à l'Académie royale des Sciences de Paris. Elle lui est en quelque sorte incorporée, et, suivant les termes mêmes des lettres-patentes du roi, « elle en sera regardée comme une extension et une partie ». Seule entre toutes, elle est appelée Société et non Académie, pour la distinguer de l'Académie des Sciences, à qui elle est intimement liée « comme ne faisant qu'un seul et même corps ». C'est à la protection de Cassini et à la renommée des savants que possédait alors Montpellier que notre Société dut cet honneur exceptionnel [1]. En retour, elle devait chaque année envoyer à l'Académie un travail pour être imprimé à la suite de ses mémoires. Cette condition fut exactement remplie : le nombre de ces envois annuels s'élève à 62, dont plusieurs ont une réelle importance.

La Société royale a joui d'une réputation méritée par les travaux de ses membres et par ses publications. Le tome I de ses mémoires, publié en 1766, contient un premier travail de Bon, sous ce titre : *Observations sur le thermomètre et sur le baromètre, faites à Montpellier depuis* 1705 *jusqu'à* 1709. Elles sont analysées dans le même volume par Ratte. Nous y voyons que Bon observait à la pointe du jour, pour avoir la plus basse température, et vers 3 heures de l'après-midi ; son thermomètre était placé à l'air libre, exposé au Nord, toujours à l'ombre et à l'abri des grandes réflexions des rayons du soleil.

Durant cette période, avait eu lieu à Montpellier un fait mémorable qui fournit l'occasion d'intéresser la population tout entière aux études scientifiques de la Société : ce fut l'éclipse totale de soleil du 12 mai 1706. Ces rares et magnifiques phénomènes ont

[1] *L'Institut et les Académies de province*, par Francisque Bouillier, in-18. Paris, 1879, pag. 69. — *Société royale*, tom. I, *Histoire*, pag. 11 et 16. — J. Castelnau, *Mémoire historique et biographique sur l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier*, publié par Eugène Thomas. Montpellier, 1858, pag. 25, 248, 251.

depuis longtemps cessé d'être un sujet d'effroi pour les populations, mais ils ont gardé le privilège de frapper profondément les esprits, et plus d'une vocation astronomique a été décidée par un spectacle de ce genre. Clapiès l'avait annoncée et calculée dès 1702 : l'observation de l'éclipse fut une véritable solennité, qui inaugura dignement les travaux de notre Société royale et en fut en quelque sorte la première assemblée publique. Elle fit surtout honneur à Clapiès et à Plantade : ils en ont donné une description[1] détaillée et très remarquable, qui restera dans l'histoire de la science comme un monument et sera toujours consultée avec fruit.

L'éclipse eut lieu à 9 h. 1/2 du matin, elle fut favorisée d'un ciel serein et dura 4 minutes. Celle que nous observâmes à Montpellier le 8 juillet 1842, vers 6 heures du matin, ne dura que 2 minutes. Elle a laissé également un souvenir ineffaçable chez ceux qui en ont été témoins, et a permis de vérifier la parfaite exactitude de la description de nos Académiciens de 1706 ; elle l'a même complétée par l'observation des protubérances, nuages ou flammes rouges, dont l'abbé Peytal reconnut et signala immédiatement la nature[2] en les attribuant à une «couche d'une matière lumineuse d'un rose vif qui s'élève au-dessus de la photosphère, l'enveloppe, et, en certains points, s'amoncelle en montagnes d'une prodigieuse hauteur».

Après une interruption motivée par les devoirs de sa charge, Bon reprit ses observations météorologiques en 1737 et adopta le thermomètre à esprit de vin de Réaumur, inventé en 1730[3]. Cette nouvelle série embrasse quatre années, et figure dans le tome II des Mémoires de la Société, pag. 269, sous le titre : «*Observations météorologiques faites à Montpellier pendant les années* 1737,

[1] *Société royale*, tom. I, *Mém.*, pag. 1. et *Hist.*, pag. 181.

[2] *Journal de Montpellier* du 16 juillet 1842. — *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1846.

[3] Dès 1736, François de Sauvages à Montpellier construisit un thermomètre à mercure, principalement pour régler la température des chambres où l'on élève des vers à soie. Voir *Société royale*, tom. II, *Mém.*, pag. 265 ; et Van Swinden, *Dissertation sur les thermomètres*, 1778, pag. 96.

1738, 1739 *et* 1740, avec des tableaux de comparaison entre les températures de Paris et de Montpellier». En 1745, il communiqua à la Société ses expériences sur la chaleur des rayons directs du soleil, comparée avec celle que le thermomètre indique en même temps à l'ombre et suivant les saisons. Ce travail est en manuscrit aux Archives de l'Hérault, dans les papiers de la Société royale. Il est suivi d'une autre série météorologique qui s'étend de 1741 à 1748. Bon continua ses observations jusqu'en 1754, comme nous l'apprend Badon, son secrétaire, qui les prolongea lui-même jusqu'en 1756. A la suite d'une grave maladie, Bon quitta Montpellier en 1754, et mourut à Narbonne en 1761. Les deux autres fondateurs de la Société l'avaient précédé depuis longtemps.

Clapiès [1], l'ami et le collaborateur de Plantade, fut un calculateur exact et infatigable, un professeur renommé et aussi un habile ingénieur. Directeur des travaux de la province de Languedoc, il avait, en 1709, publié un projet détaillé sur le moyen d'amener à la place du Peyrou les eaux de la fontaine de Saint-Clément, projet qui fut repris en 1751 par le célèbre Pitot [2] et entièrement réalisé en 1765. On doit à Clapiès un travail intéressant sur les cadrans solaires, et un mémoire sur les diverses couleurs que présente la lune éclipsée et sur les causes de cette coloration, qu'il explique absolument comme on le fait aujourd'hui [3].

Les Etats de Languedoc, ayant décidé en 1725 de faire établir la carte des diocèses de la province, s'étaient adressés à la Société royale qui en 1728 proposa ce travail à Plantade, Clapiès, le célèbre ingénieur, et Danyzy, son élève. Ils acceptèrent cette mission difficile et l'accomplirent avec dévouement. Ils levèrent ensemble le diocèse de Narbonne, puis ils procédèrent séparément. Ces

[1] Jean de Clapiès, né et mort à Montpellier (1670-1740), avait d'abord été militaire. Voir son éloge par de Ratte, 1745.

[2] Le travail de Pitot fut lu à la Société le 16 décembre 1751, dans la séance même où Romieu communiquait sa découverte des harmoniques graves.

[3] *Société royale*, tom. I, *Mém.*, pag. 102.

cartes, continuées par Danyzy, Guilleminet et Guillaume Barthez, père du célèbre médecin, et publiées en 1774, sont remarquables par leur exactitude et ne le cèdent en rien aux cartes de Cassini faites à la même époque [1].

En se chargeant d'exécuter la carte de la province, la Société avait conçu un projet bien plus étendu, qu'on trouvera exposé dans l'intéressant mémoire de Plantade sur l'Histoire naturelle du Languedoc [2]. La carte géographique à laquelle il consacra tant d'années était le point de départ d'une étude approfondie qui devait compléter au point de vue physique l'histoire générale de la province entreprise par les Bénédictins. Il s'agissait d'étudier successivement et en détail : la topographie, le climat, les degrés de température et les vents dominants de chaque saison, la salubrité de l'air, la nature du sol, les productions naturelles de toute espèce, les diverses industries, en un mot la statistique complète du pays. Astruc et plus tard Genssane furent chargés des recherches d'histoire naturelle, et leurs publications répondirent à une partie du programme [3].

Les opérations de triangulation conduisirent Danyzy et Plantade à faire l'ascension de diverses montagnes, notamment du Canigou, où ils firent beaucoup d'expériences sur la dilatation de l'air sous l'influence de la hauteur et de la température ; elles fournirent à ce dernier le sujet d'un travail sur la relation entre la hauteur des montagnes et la pression barométrique [4]. Plantade avait déjà levé les cartes de treize diocèses, lorsqu'il succomba victime de son dévouement à la science. Le 25 août 1741, à l'âge de 71 ans, il expira au bord du lac d'Oncet sur le Pic du Midi de Bigorre, dont, pour la seconde fois, il gravissait le sommet avec une ardeur

[1] Castelnau, pag. 91. — Thomas ; *Introduction à l'histoire du Languedoc* (*Mémoires de la Société Archéologique de Montpellier*, tom. III, pag. 371).

[2] *Société royale*, tom. I, *Mém.*, pag. 266.

[3] Astruc ; *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc*. Paris, 1740. — Genssane ; *Histoire naturelle de la province de Languedoc*. Montpellier, 1776-1779.

[4] *Société royale*, tom. II, *Mém.*, pag. 29. *Expériences du baromètre faites sur diverses montagnes*, par M. de Plantade.

et une joie toutes juvéniles, dans le but d'y continuer ses mesures de triangles et ses expériences sur la pression de l'air. C'est avec justice que le nom de ce savant et infatigable observateur a été donné à la station météorologique récemment établie sur le Pic du Midi[1].

Plantade fut surtout astronome ; il possédait à fond l'art d'observer, joint à un véritable esprit scientifique. Outre la description de l'éclipse de 1706 (en commun avec Clapiès) et de bien d'autres phénomènes célestes, on lui doit une longue série d'observations sur les taches du soleil, qu'il avait commencée en 1705 avec Bon et Clapiès. Il poursuivit cette étude jusqu'en 1726, notant avec soin la situation des taches, en dessinant la figure et calculant leur périodicité. Ce travail forme un gros volume conservé aux Archives ; il a été consulté et utilisé par M. Rodolphe Wolf (de Zurich) dans ses recherches sur ce sujet.

Le passage de Mercure sur le soleil du 9 novembre 1723 et celui du 11 novembre 1726 furent également observés par Plantade ; cette dernière observation, très précise, est l'un des documents dont Le Verrier s'est servi pour établir sa théorie de la planète Mercure.

Au point de vue de la météorologie, nous ne saurions oublier que Plantade s'occupa tout particulièrement des aurores boréales. Ces curieux phénomènes affectent une sorte de périodicité encore mal définie, mais incontestable : après être restés quelques années fort rares, ils se présentent tout à coup avec une fréquence et une intensité inusitées. C'est ainsi que depuis l'aurore du 12 septembre 1621, si bien décrite par Gassendi, on n'en avait presque pas vu, tandis qu'à partir de 1716 jusqu'en 1750 elles redevinrent fréquentes. Plantade observa les aurores du 17 mars et du 9 avril 1716, du 25 mars 1719, du 19 octobre 1726, du 15 février 1730, du 7 mai 1731, du 16 décembre 1737, de l'hiver et du printemps

[1] François de Plantade (1670-1741), né à Montpellier, conseiller à la Cour des comptes, aides et finances. Voir son éloge par de Ratte, lu dans la séance publique de la Société en 1743, et les *Eloges des Académiciens de Montpellier*, par Des Genettes. Paris, 1811.

de 1738. — Celle du 10 août 1741 fut observée et décrite par de Ratte [1].

Quand elle approche d'être complète, l'aurore boréale est un superbe spectacle qu'il faut avoir admiré soi-même pour se rendre compte des descriptions. Elles ont été assez abondantes vers 1849, et nous en avons décrit plusieurs dans les *Procès-verbaux* des séances de l'Académie de Montpellier, notamment celles du 17 novembre 1848 et du 23 février 1849. Ensuite elles ont été plus rares ; on peut citer cependant celles du 5 octobre 1863, des 24 et 25 octobre 1870, du 12 février 1871, surtout celle du 4 février 1872.

L'aurore boréale du 19 octobre 1726 fut vue dans toute la France. « Elle passe, dit Mairan [2], pour la plus grande, la plus complète et la plus remarquable dont on ait connaissance ; et parmi toutes les descriptions qui en ont été données il n'en est pas de plus exacte ni de plus curieuse que celle qui fut envoyée de Montpellier par M. de Plantade ». Cet éloge a d'autant plus de valeur dans la bouche de Mairan, qu'il était en désaccord et en discussion avec Plantade sur la cause du phénomène, qui est magnétique suivant le dernier et d'origine cosmique selon Mairan. Cette aurore de 1726 [3], qui avait vivement frappé nos populations, fut reproduite par le peintre Caumette, comme l'avait été déjà l'éclipse totale de 1706 ; ces deux tableaux ornèrent la salle des réunions de la Société royale jusqu'en 1793.

Plantade était encore littérateur et érudit : on cite de lui une dissertation sur un point de linguistique qu'il avait rédigée en douze langues différentes. On lui doit des recherches sur les ruines d'une ancienne ville à Fabrègues, qu'il supposait être le *Forum Domitii.*

[1] *Société royale*, tom. II. *Hist.*, pag. 121.

[2] *Traité physique et historique de l'aurore boréale*, 1754. — Avant d'être membre de l'Académie des Sciences de Paris, Mairan avait fait à Béziers des observations météorologiques ; elles furent continuées par Andoque. Voyez les *Mémoires de l'Académie des Sciences et belles-lettres de Béziers*, fondée en 1723 par Mairan et Bouillet.

[3] *Société royale*, tom. II, *Hist.* pag. 10.

L'ouvrage d'Astruc dont nous avons parlé tout à l'heure contient un chapitre important (pag. 337) sur les vents particuliers au Languedoc. Il étudie notamment ceux que l'on connait dans le haut Languedoc sous le nom de vents de Cers et d'Autan, et il explique par la configuration du terrain la différence essentielle entre ces vents et ceux de même direction qui soufflent dans notre pays. Le Cers a pour origine les vents entre N. O. et O. venant du golfe de Gascogne. Ce sont les vents les plus fréquents à Toulouse; d'abord humides et assez froids, ils augmentent d'intensité et se dessèchent peu à peu en avançant vers l'Est. Fort à Carcassonne, ce vent devient violent à Narbonne, se propage vers le Roussillon, ou vers la Méditerranée par Béziers et Agde. Quelquefois il parvient jusqu'à Montpellier et même à Nimes; c'est alors un vent d'O. frais et agréable en été, mais souvent violent et froid en hiver.

A l'inverse, nos vents d'est, qui sont humides, arrivent secs et forts à Toulouse, c'est le S. E. ou S. S. E. ou vent d'Autan. En effet le courant chargé de vapeurs du golfe du Lion se propage librement jusque vers Carcassonne; mais là il est arrêté à gauche, du côté de Limoux, par les Corbières occidentales, à droite par la Montagne Noire, et ne trouve d'autre issue qu'une vallée fort resserrée, que suit le canal du Languedoc et dont le point culminant est au delà de Castelnaudary (col de Naurouze, 189 mètres d'altitude, entre Villefranche et Castelnaudary; c'est le point de partage des eaux du canal). C'est dans ce détroit qu'il s'engouffre; il suit tout le contour de la Montagne Noire, y dépose peu à peu son humidité, puis débouche dans le Toulousain comme un vent de S. E. ou S. S. E., généralement sec. Le vent éminemment pluvieux à Toulouse est le vent d'ouest ou de Bayonne. A Carcassonne, les vents d'est et d'ouest sont également pluvieux.

Cette explication, due à Astruc, a été développée par le Professeur Clos dans son Etude sur la météorologie du pays Toulousain, d'après les observations faites à Sorèze [1].

Jusque-là, nos météorologistes de Montpellier s'étaient bornés à

[1] *Annuaire météorologique*, année 1852.

observer le baromètre et le thermomètre. C'est Romieu[1] qui organisa le premier l'observation régulière de la pluie, et commença à Montpellier la série que les Poitevin ont continuée presque sans interruption jusqu'à la fin de 1812. On lui doit de nombreuses observations météorologiques, dont quelques-unes ont été faites à sa campagne de Pascale près Saint-Brès, 15 kilomètres à l'est de Montpellier; plusieurs de ses cahiers sont aux Archives, parmi les papiers de la Société.

On y trouve des mesures de la température et du baromètre faites en 1758 et 1759 sur la tour de sa maison, et d'autres observations faites en 1760 et 1761 en collaboration avec Claude Chaptal. Un grand nombre d'observations de Romieu sont reproduites à la suite d'un manuscrit de Mouret, qui a pour titre: « Observations botanico-météorologiques faites à Saint-Jean-du-Bruel en Rouergue, auxquelles on a joint les observations faites simultanément à Montpellier par MM. Romieu et Chaptal de 1757 au 30 juin 1765». Il se trouve aux Archives, aussi bien que les derniers cahiers de Romieu, du 1er juillet 1762 jusqu'au 5 octobre 1766.

C'est en 1765 que Romieu installa un pluviomètre à Montpellier

[1] Jean-Baptiste Romieu (1723-1766), docteur en droit.(*) Son éloge par de Ratte, lu à l'assemblée publique de la Société le 9 décembre 1767, est reproduit dans l'Histoire, citée plus haut, de l'*Ancienne Société royale de Montpellier*, par J. Castelnau, pag. 211. Voyez aussi la *Notice* que nous avons publiée sur ce savant dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences et lettres de Montpellier*, tom. IX, 1897, pag. 255.

(*) La sœur de Romieu épousa Etienne Crassous, avocat, qui d'un premier mariage avec Marie Paulet avait déjà eu un fils, le docteur Pierre Etienne Crassous (père de Mademoiselle Crassous, morte en odeur de sainteté sur la paroisse Sainte-Eulalie, et de Paulin Crassous, conseiller à la Cour des Comptes après la Révolution, représenté par la famille Chalret du Rieu à Paris) Elle lui donna à son tour plusieurs enfants, dont deux survécurent, le sénateur Crassous et Madame Roche, ma grand'mère. Romieu ne laissa qu'une fille, mariée plus tard à son cousin le sénateur Crassous : de ce mariage sont issues les familles Crassous et d'Albenas-Renouvier à Montpellier, Le portrait de Romieu et celui de son père, avec quelques papiers, sont entre les mains de mon cousin et excellent ami M. François Crassous, directeur des Salins du Midi. A. R.

(et non à Saint-Brès comme on l'a souvent dit par erreur), sur une tour dominant la ville, élevée de 10 toises et demie sur le rez-de-chaussée, et à une altitude de 69 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Cette tour, construite par son père dans sa maison, rue Castel-Moton, île Four de Geniès, n° 329 (aujourd'hui n° 4), lui servait d'observatoire astronomique.

Le pluviomètre de Romieu consistait en une cuvette à bords tranchants de forme cubique et d'un pied carré d'ouverture. L'eau s'écoulait dans un vase ; elle était ensuite pesée : du poids on déduisait le volume et enfin la hauteur d'eau correspondant à un pied carré de surface. La cuvette était fixée sur le toit de la tour, de manière à n'être dominée d'aucun côté. Romieu a ainsi mesuré la pluie tombée à Montpellier du 1er septembre 1765 au 31 août 1766. Après sa mort, survenue le 8 novembre de cette année, les observations furent reprises, comme on le dira plus loin, par Jacques Poitevin, avec le même instrument qu'il fit transporter dans sa maison, rue Dauphine.

Romieu a déterminé la température d'un puits à sa campagne le 26 mai 1766, et l'a trouvée de 11° 1/2 à 7 heures du matin, celle de l'air étant 14° 1/2. On lui a aussi attribué d'autres observations trouvées dans les papiers de la Société sur la température des puits de Montpellier, laquelle serait en moyenne de 10°5 Réaumur. Quel qu'en soit l'auteur, ce résultat s'accorde bien avec les mesures de M. Crova, qui a trouvé pour son puits (profondeur 15m), rue du Carré du Roi, n° 14, des températures variant en un an de 12°,3 à 14°,1, moyenne 13°,5 = 10°,64 Réaumur. Or, une approximation d'un demi-degré est tout ce que l'on peut attendre des thermomètres du siècle dernier.

Nous n'insisterons pas davantage sur les recherches de Romieu; cet habile physicien s'est particulièrement distingué par des découvertes en acoustique. Son mémoire capital sur les harmoniques graves ou sons résultants est reproduit à la suite de la Notice que nous lui avons consacrée.

Claude Chaptal, que nous avons cité tout à l'heure comme collaborateur de Romieu de 1758 à 1761, était un médecin distingué

de Montpellier, oncle du célèbre chimiste Jean-Antoine Chaptal. Il continua, de 1762 à 1776, à observer deux fois par jour le baromètre et le thermomètre. Ses notes sont en partie aux Archives.

Quant à Mourel, qui nous a conservé un certain nombre d'observations de Romieu, c'était un météorologiste très zélé, mais la plupart de ses cahiers sont perdus. Il observait à Saint-Jean du Bruel (ou Saint-Jean de Roquefeuil), petite ville de l'Aveyron, dans la vallée de la Dourbie, affluent du Tarn. Il s'intitule ancien premier secrétaire général du gouvernement des Antilles françaises, habitant en l'île de la Dominique, actuellement en la ville de Saint-Jean de Roquefeuil. La Société royale se l'était attaché comme correspondant.

Mourel décrivait tout ce qu'il voyait, sans esprit de système et avec énormément de détails[1]. Il étudie le mouvement des nuages, leur distinction en nuages de pluie, de neige ou de grêle, l'influence de la température sur les végétaux, et la constitution médicale de chaque saison. Malheureusement, nous n'avons de ses mémoires que leur catalogue et quelques résumés succincts de ses observations de météorologie faites dans les sept ou huit dernières années de sa vie. On trouvera ces extraits dans le registre déjà cité, qui est aux Archives. Enfin il s'est occupé des variations de la température avec la profondeur au-dessous du sol.

Il existe aux Archives des observations du thermomètre, faites à Montpellier de 1756 à 1758, les unes à 4 pieds et demi, les autres à 9 pieds au-dessous du sol, et que M. Marié Davy a reproduites dans sa thèse de médecine. L'auteur de ces observations est inconnu. On y voit que les variations diurnes disparaissent à ces profondeurs et que les variations mensuelles sont même très affaiblies. Le minimum de l'année, qui, à l'air libre, se présente dans la première quinzaine de janvier, est au commencement de février pour le thermomètre placé à 4 pieds 1/2, et à la fin de mars pour le thermomètre placé à 9 pieds. De même, le maximum de l'année,

[1] *Résumé d'une étude critique sur la grêle*, par H. Viguier. Montpellier, 1878, pag. 60 et 78.

qui a lieu vers le milieu de juillet à l'air extérieur, n'arrive qu'au commencement d'août à 4 pieds et demi, et vers la fin de septembre à 9 pieds de profondeur. Pour tirer plus de parti de ces observations, il faudrait connaître plus exactement dans quelles conditions elles ont été faites.

Lorsque Bon quitta Montpellier en 1754, il avait formé en Badon [1] un élève propre à le remplacer comme observateur. Attaché depuis longues années au président, il fut initié par lui à la météorologie, et l'on ne peut douter, bien que l'endroit de la ville où il observait nous soit inconnu, qu'il n'ait usé des mêmes précautions pour la disposition et l'usage de ses instruments. La Société royale exerçait d'ailleurs un certain contrôle sur ses observations, ainsi que nous l'apprend Poitevin ; elle lui fournissait les tableaux imprimés où elles sont inscrites. C'est de ces mêmes tableaux que Chaptal se servait, de son côté, pour noter les observations dont nous avons parlé plus haut.

Jusqu'en 1756, Badon se borna à continuer les observations de Bon. Mais, à partir de novembre 1756, elles deviennent plus complètes et plus uniformes ; elles portent sur le baromètre, le thermomètre, le vent, l'état du ciel, et les phénomènes accidentels, tels que la quantité de pluie tombée, la neige, les aurores boréales, etc. Enfin, il donne, pour chaque année, une appréciation générale au point de vue des diverses récoltes, ainsi que la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Pour ce qui est de la température, il ne l'a pas toujours observée aux mêmes heures. De 1756 à 1770 inclusivement, c'est le matin, et à 3 heures du soir, comme le faisait Bon pour obtenir approximativement la plus basse et la plus haute température de la journée. A partir de 1771, l'observation de 3 heures est remplacée par une observation à midi, et par une autre le soir, à 5 h. ou à 7 h. suivant la saison, qui peut représenter jusqu'à un certain point la température moyenne. S'il n'y avait pas quelques

[1] Jean-Antoine Badon, ingénieur et arpenteur, ancien capitaine garde-côtes, né et mort à Montpellier (1715-1792).

lacunes, on trouverait donc, dans les cahiers de Badon, 35 années (1756-1791) d'observations du matin, 15 années (1756-1770) d'observations de 3 h., 21 années (1771-1792) d'observations de midi et du soir.

Dans ces trois périodes, les observations les plus importantes sont : celles du matin pour les mois d'hiver, parce qu'étant faites à 7 h. elles donnent à peu près le minimum du jour ; celles de midi, et enfin celles de 3 h. Nous avons cherché à en tirer parti en les comparant à nos observations de 1857 à 1866 à la Faculté des Sciences, et nous avons consacré à cette discussion un mémoire spécial [1].

Ayant calculé pour chaque mois les moyennes générales des températures à midi, tant pour la série de Badon que pour la nôtre, j'ai trouvé que les premières surpassent généralement les secondes : la différence varie entre 1°,4 et — 0°,3, elle est en moyenne 0°,55. J'ai cru pouvoir conclure de là que, par suite d'une erreur constante du thermomètre de Badon, due tant au déplacement du zéro qu'à l'imperfection de l'instrument, ses observations doivent subir une correction de — 0°,5, c'est-à-dire être diminuées d'un demi-degré, pour devenir comparables à celles de la Faculté des Sciences. Cette correction une fois faite, les moyennes mensuelles de Badon diffèrent de moins d'un degré de celles de la Faculté ; et la différence entre les deux séries tombe même au-dessous d'un demi-degré, si, au lieu des températures mensuelles, on compare les températures des quatre saisons.

D'après cela, on doit admettre que le climat de Montpellier, défini par la température *relative* des saisons, est resté invariable depuis un siècle ; ou bien, s'il a changé, que la variation n'atteint pas une fraction de degré assez grande pour que la comparaison des deux séries en question permette de l'apprécier. Il faut remarquer, en effet, que les observations de Badon, comme toutes les observations anciennes, pèchent par l'imperfection du thermomè-

[1] *Le Climat actuel de Montpellier comparé aux observations du siècle dernier,* 1882. Académie de Montp., tom. X, pag. 329.

tre; et, d'un autre côté, notre série de dix ans à la Faculté est trop courte pour que les perturbations accidentelles qui viennent déranger la marche régulière des saisons aient tout à fait disparu de nos moyennes.

Un autre résultat important auquel j'ai été conduit par ma discussion des observations de Badon, c'est la découverte des oscillations *périodiques* qu'éprouve la marche des températures dans le courant de l'année, oscillations qui reviennent à jour fixe et que l'on retrouve dans notre série comme dans celle de Badon. Elles n'apparaissent pas nettement sur les courbes qui représentent pour chaque année la marche du thermomètre, elles y sont dissimulées en partie par les perturbations purement accidentelles. Mais, si l'on considère les moyennes de dix à vingt années, on les voit se dessiner avec d'autant plus de précision que la série est plus longue.

Sans insister davantage sur ces conséquences, qui sont développées ailleurs, on peut juger de l'importance que présentent à ces divers points de vue les observations de Badon. Les quarante années qu'il a consacrées à ce travail modeste et peu attrayant n'ont point été perdues, et il lui est dû d'autant plus de reconnaissance qu'il a moins trouvé d'imitateurs. Ce genre d'occupation, pourvu qu'il ne dépasse pas certaines limites, est cependant moins fastidieux qu'il ne paraît au premier abord : une fois l'habitude prise d'observer à des heures fixes et convenablement choisies, on continue à le faire presque sans y penser, et l'assujettissement que l'on s'est imposé est bien compensé par le plaisir de voir s'accroître chaque jour une collection de faits dont l'intérêt augmente à mesure qu'elle se prolonge.

Les observations de Badon sont conservées aux Archives. Elles forment plusieurs registres. Il y a d'abord les observations de 1754 à 1756, en continuation de celles de Bon. Un volume relié contient les observations à partir du 3 novembre 1756 jusqu'à la fin de 1770. Les années 1771-1775 forment un autre volume relié. La dernière série 1776-1792 est en cahiers, que Badon présentait chaque année à la Société royale; l'année 1789 manque. Tous ces

registres sont très soigneusement tenus, ils témoignent de l'exactitude et de la régularité de leur auteur.

On doit également des observations agronomiques et météorologiques à Jacques-Augustin Mourgue (1734-1818), qui fut quelques jours ministre de l'intérieur en 1792. Elles ont été faites principalement dans sa terre de Montredon près de Marsillargues, et s'étendent de 1772 à 1785. Mourgue n'observait pas à heure fixe, il cherchait à déterminer le minimum et le maximum de chaque jour. La plupart de ses cahiers annuels sont aux Archives. Il a exposé le plan de ses recherches sur les variations atmosphériques dans les assemblées publiques de la Société de 1772 et 1776, et il les a analysées dans son *Essai de statistique* [1] publié en 1801. A la fin de cet ouvrage se trouve un Résumé de ses quatorze années d'observations sur la marche du baromètre et celle du thermomètre, avec des tableaux de la température moyenne mensuelle et annuelle, de la plus haute et de la plus basse température, de la quantité de pluie, du nombre des jours sereins, nébuleux et pluvieux pour chaque année, des vents dans leur rapport avec la pluie.

A l'occasion du fameux brouillard sec de 1783 qu'il avait observé à Montpellier, Mourgue a publié [2] des «*Recherches sur la nature des vapeurs qui ont régné dans l'atmosphère pendant l'été de* 1783». Un brouillard analogue eut lieu en juillet et août 1831. J'en ai cité d'autres cas observés à Montpellier, dans mes «*Recherches sur les offuscations du soleil et les météores cosmiques* [3]».

Nous ne devons pas oublier, parmi les météorologistes dont notre ville s'honore, l'inventeur de l'hygromètre de condensation. Charles Le Roy, fils du célèbre horloger Julien Le Roy, fut professeur de médecine à l'Université de Montpellier, et sa théorie de

[1] *Les recherches statistiques de Mourgue sur les naissances, les mariages et les morts à Montpellier, de* 1772 *à* 1792, font aussi l'objet d'un travail inséré dans les Mémoires de l'Institut, *Savants étrangers*, tom. I, pag. 33, 1806.

[2] *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, année 1781, pag. 754.

[3] *Acad. de Montp.*, tom. VII, pag. 9, 1868.

l'évaporation de l'eau est restée célèbre. Dans une dissertation sur l'élévation et la suspension de l'eau dans l'air, qu'il soumit à la Société, et qui a été imprimée dans le volume de 1751 de l'Académie des Sciences de Paris, il démontre d'une manière précise l'existence du point de saturation ou de rosée ; il fait voir comment on peut déterminer l'état hygrométrique de l'air en cherchant la température à laquelle on doit le refroidir, pour que la vapeur qu'il contient suffise à le saturer, et au-dessous de laquelle la précipitation se fait nécessairement.

Citons encore, comme ayant contribué à la même époque au progrès des études climatologiques, Jean Gaussen, qui s'est beaucoup occupé des divers genres de thermomètres, de leur graduation et de la comparaison des températures estimées avec ces instruments dans les étés et hivers extraordinaires, particulièrement l'hiver de 1709. Tel est l'objet de sa ***Dissertation sur le thermomètre de Réaumur***, imprimée à Béziers en 1789, et qui complète l'ouvrage déjà cité de Van Swinden.

L'abbé Bertholon, qui professa la physique à Montpellier, s'est surtout occupé d'électricité, mais il a aussi servi la météorologie par ses recherches sur la pluie, les aurores boréales, etc.

Nulle découverte n'a autant excité d'enthousiasme que celle des aérostats. Lorsqu'en 1784 Joseph Montgolfier, venant de Lyon, où il avait fait une célèbre ascension, s'arrêta à Montpellier, la Société le reçut dans son sein et lui consacra une séance. Montgolfier lui-même y traita de la résistance que l'air oppose au mouvement des ballons. Chaptal lut un mémoire sur l'usage de la gomme élastique pour la fabrication de leur enveloppe. Poitevin exposa les moyens de mesurer la hauteur à laquelle l'aéronaute s'est élevé. Enfin l'abbé Bertholon fit connaître les expériences électriques qu'il avait faites à l'aide d'un globe aérostatique armé de pointes et retenu par une corde isolante, de manière à mettre en évidence par des étincelles l'électricité atmosphérique et à en reconnaître la nature [1].

[1] Faujas de Saint-Fond ; *Description des expériences aérostatiques de MM. de Montgolfier*, 1784, tom. II, pag. 269.

Vingt ans plus tard, les ascensions de M. et M[me] Blanchard, au Peyrou, le 16 avril et le 24 juin 1805, furent accueillies avec le même intérêt par la Société libre, qui inséra dans ses Bulletins (tom. II, pag. 181 et 243) la relation d'une ascension faite à Philadelphie par Blanchard le 9 janvier 1793.

Le célèbre médecin de Montpellier Henri Fouquet est l'auteur d'un mémoire sur le climat de notre ville, lu dans l'assemblée publique du 25 novembre 1771 ; il a pour titre : « Recherches sur la situation de Montpellier, son climat et les autres causes qui peuvent influer sur les qualités de l'air de cette ville et de son territoire, par rapport aux maladies qui y règnent le plus communément ». Ce travail a souvent été mis à contribution. Nous en donnerons une courte analyse, en insistant sur deux points principaux : le changement que, du temps de Fouquet, on croyait que le climat avait subi, et l'appréciation de ce climat au point de vue médical.

La beauté de notre climat, dit Fouquet, semble altérée sensiblement depuis quelques années, si l'on en juge par les changements subits et fréquents qu'on y essuie dans la température de l'air, principalement durant le printemps et en hiver. Le jour le plus rigoureux et le plus triste d'hiver fait place quelquefois à une série de jours beaux et purs ; à l'inverse, au printemps, on voit parfois succéder aux jours les plus doux et les plus sereins les froids âpres ou les pluies de l'hiver. Malgré ces variations extraordinaires, nul changement ne s'est encore fait remarquer à l'égard de la quantité des récoltes et du temps de leur production. On récolte les grains vers la Saint-Jean, et l'on vendange à la fin de septembre.

Malgré l'opinion de Fouquet, qui trouva du reste un contradicteur dans son confrère de Ratte, nous pensons que ces brusques variations, qui sont le défaut de notre climat et de bien d'autres, ont toujours existé comme nous les subissons aujourd'hui. Elles dépendent surtout de notre situation géographique entre la mer et la montagne et de l'influence alternativement prépondérante des vents d'ouest et des vents marins. Ces vents eux-mêmes sont dus

à des bourrasques qui nous arrivent de l'ouest ou du nord-ouest, ayant abordé en Espagne par les côtes de l'Océan, ou bien qui, venant de l'Espagne, du détroit de Gibraltar ou de l'Afrique, ne nous parviennent qu'après avoir traversé la Méditerranée.

Quant à l'époque des vendanges, si elles ont lieu maintenant au commencement de septembre, il y a là une question d'agriculture autant que de météorologie. Au lieu d'attendre, comme autrefois, la parfaite maturité du raisin, nos agriculteurs préfèrent aujourd'hui la devancer.

L'air de Montpellier, ajoute notre célèbre professeur, n'a rien perdu de son ancienne salubrité ; il le doit à diverses causes : sa situation sur une colline qui n'est dominée d'aucun côté ; — l'absence d'eaux stagnantes aux environs; — la pente des rues, qui empêche l'eau de croupir ; — les parfums des plantes aromatiques qui couvrent les garrigues voisines ; — la diversité des vents qui soufflent sans le moindre obstacle des différents points de l'horizon; — la sécheresse de l'été ; — les grandes pluies d'orage ; — enfin le mélange de l'air marin avec l'air trop sec des montagnes.

On cite pourtant à Montpellier assez d'exemples de maladies épidémiques ; mais plusieurs furent des pestes importées par le commerce de l'Orient. Les forêts de pins et de mélèzes voisines de la ville étaient une cause de salubrité par leurs émanations odorantes. Malheureusement, elles ont été peu à peu abattues, ce qui de plus a eu le fâcheux effet de dénuder le sol.

Au sud, sont des étangs et des marais, sources d'insalubrité sur le lieu même où elles occasionnent des fièvres intermittentes plus ou moins épidémiques, et des fièvres malignes en été et en automne. Mais ces émanations sont généralement restreintes aux endroits bas et marécageux, et n'arrivent qu'exceptionnellement jusqu'à la ville. Cependant, quand les vents marins règnent vers la fin d'août, des odeurs marécageuses arrivent à Montpellier. On constate aussi que le vent de mer agit sur les pierres des édifices, qui sont rongées à l'exposition du sud. Ce côté de la ville doit donc être moins sain et plus sujet aux fièvres. Le côté nord et les quartiers hauts sont balayés par les vents ; mais, à leur tour, sous l'influence des

vents secs, ils sont prédisposés aux maladies de la gorge et de la poitrine.

Fouquet aurait dû mentionner ici l'influence des émanations du Lez sur la partie est de la ville, la citadelle, les faubourgs de Nimes et de Lattes. Le cours peu rapide de cette rivière dans la saison chaude donne lieu à des fièvres intermittentes chez les ouvriers des usines et les populations riveraines. Mais ces conditions fâcheuses se sont beaucoup améliorées, surtout depuis une trentaine d'années : la fréquence et l'intensité des fièvres ont diminué graduellement dans nos environs, par les progrès de la culture, le meilleur entretien des cours d'eau, et par des travaux d'assainissement des étangs ; des précautions hygiéniques suffisent aujourd'hui pour en garantir les habitants de ces localités [1].

Le personnage le plus marquant de la Société royale pendant la seconde moitié du XVIII[e] siècle est de Ratte [2], qui en a été secrétaire perpétuel depuis 1743 jusqu'à la dissolution de la Société en 1793, et dont le nom fut longtemps populaire à Montpellier. Ami et contemporain de Romieu, il lui survécut quarante ans, et il dut à sa longue carrière de présider à la reconstitution de l'Académie sous le nom de Société libre. De Ratte se livra d'abord à l'étude des mathématiques ; il publia des recherches sur le calcul des pressions hydrostatiques dans des vases de diverses figures, sur la nature de la pesanteur, ainsi que plusieurs articles de physique dans l'*Encyclopédie*, tels que *froid*, *gelée*, *glace*, etc. Aucune science ne lui

[1] Lafosse ; *Mémoires sur les exhalaisons des marais du Bas-Languedoc et les moyens d'en prévenir les effets* (*Société royale*, Assemblée publique de 1772). — J.-A. Chaptal ; *Mémoires sur les causes d'insalubrité des lieux voisins de nos étangs* (*Société royale*, Assemblée publique du 23 décembre 1784). — Fulcrand Pouzin ; *Sur les moyens de rendre moins insalubres les étangs de l'Hérault*, 1812, *Société libre*, tom. V, pag. 293. — H. Guinier ; *Des conditions sanitaires de la ville de Montpellier*, 1863. — Pécholier et Saintpierre ; *Étude d'hygiène de quelques industries des bords du Lez*, 1864.

[2] Étienne Hyacinthe de Ratte, né et mort à Montpellier (1722-1805). Voyez son éloge par J. Poitevin, dans les *Bulletins de la Société libre des Sciences et Belles-Lettres de Montpellier*, tom. II, pag. 377.

était indifférente, et on lui doit un travail sur l'accroissement subit et la floraison de l'*Agave americana*.

Mais c'est surtout à l'astronomie qu'il se consacra ; il a fait un très grand nombre d'observations, parmi lesquelles nous citerons comme les plus importantes : celles de la comète de 1757, qu'il observa avec le célèbre physicien Coulomb et dont il détermina l'orbite ; —de la comète de Halley en 1759, qu'il voyait avec une queue de 25 degrés le 29 avril, alors qu'à Paris on la distinguait à peine [1] ; — du passage de Vénus devant le soleil le 6 juin 1761; il en fit l'observation complète et la combina avec les autres pour en déduire la parallaxe du soleil ; — de la disparition de l'anneau de Saturne en 1773 ; — du passage de Mercure du 4 mai 1786, qui fut manqué à Paris par la plupart des astronomes, etc.

Il a écrit l'Histoire et publié les Mémoires de la Société royale de Montpellier, depuis sa création en 1706 jusqu'en 1745, en deux volumes parus l'un en 1766, l'autre en 1778. C'est principalement par cette publication qu'il a contribué aux progrès de la météorologie, en analysant des travaux et nous conservant des faits intéressants qui seraient restés dans l'oubli. Mais il a fait aussi lui-même des observations sur le thermomètre et le baromètre, de 1748 à 1756, conservées aux Archives, et communiqué à la Société libre des réflexions sur un prétendu dérangement des saisons, qui, selon certaines personnes, seraient devenues plus rigoureuses, opinion que nous venons de voir soutenue par Fouquet.

Nous devons encore à de Ratte un grand nombre de notices historiques, les éloges de Plantade, Clapiès, La Peyronie, Romieu, Pitot, Sauvages, etc., imprimés dans les comptes rendus des Assemblées publiques de la Société, et reproduits par Des Genettes et Castelnau. Il fut conseiller à la Cour des Aides de 1770 à la Révolution. A la création de l'Institut de France (an IV, 25 octobre 1795), il fut compris dans la liste des membres associés non résidents.

On sait comment la Société royale fut dissoute avec toutes les

[1] *Société libre*, tom. II, pag. 81.

autres Académies, et perdit sa riche bibliothèque, son observatoire avec la plupart des instruments et l'hôtel académique (rue Aiguillerie, n° 31) qu'elle avait enfin obtenu grâce à Dillon, archevêque de Narbonne. Lorsque le calme fut un peu rétabli, de Ratte s'occupa, de concert avec Poitevin, à rassembler les membres dispersés de l'Académie. Dès 1795, nous les voyons se rallier, suivant leur expression, autour du superbe télescope qui avait été donné à la Société en 1784 par le maréchal de Biron : c'était le seul bien qui leur restât. Ainsi se créa la Société libre des sciences et belles-lettres, dont de Ratte fut secrétaire, puis président jusqu'à sa mort ; servant de trait d'union entre les deux Académies, il put transmettre à la nouvelle les honorables traditions de l'ancienne. La Société libre fut reconnue par le Gouvernement en 1798, grâce à la protection de Chaptal. Cette Société a publié six volumes contenant 75 Bulletins : le premier est de 1803, le dernier volume inachevé est de 1815.

Flaugergues[1], neveu de de Ratte, qui habitait Viviers, est bien connu dans la science par ses observations sur la pluie et par un grand nombre d'observations astronomiques [2], notamment sur la déviation d'un corps tombant d'une grande hauteur, — les satellites de Jupiter, — les taches du soleil, — l'anneau de Saturne.

Parmi les phénomènes météorologiques relatés par de Ratte, nous mentionnerons la *trombe* terrestre[3] du 2 novembre 1729.

[1] Honoré Flaugergues, né à Viviers le 16 mai 1755, mort en novembre 1830, correspondant de l'Institut. Voyez Lalande (*Bibliographie astronomique*, pag. 635), et surtout une Notice très complète de M. G. Bigourdan dans le *Bulletin astronomique* de Tisserand (novembre 1884, pag. 569). Après la mort de Flaugergues, ses manuscrits ont passé dans la famille Seguin, alliée aux Montgolfier. Ils ont été retrouvés par Tisserand, lors de l'inauguration du monument d'Annonay en août 1883, et généreusement donnés à l'Observatoire de Paris par M. Augustin Seguin. (Une Notice sur Flaugergues par M. A. Mazon vient de paraître dans la *Revue historique, archéologique, littéraire et pittoresque du Vivarais* en 1896). A. R.

[2] *Société libre*, tom. II, pag. 5.

[3] *Société royale*, tom. II, *Hist.*, pag. 24. Voyez aussi Montferrier, dont la description, analysée ici par de Ratte, se trouve aux Archives ; et comparez avec la trombe de Capestang près de Béziers le 21 août 1727, décrite et expliquée par Audoque, de l'Académie de Béziers (Acad. des Sciences de Paris).

Vers les 8 heures du matin, du côté du sud-est, d'où venait le vent, on aperçut une petite nuée fort obscure et fort élevée, sans figure déterminée, et qui s'avançait avec un bruit sourd vers la ville. A mesure qu'elle approchait, elle descendait, paraissait plus grosse, plus épaisse et plus noire. Le bruit augmentait aussi, devint horrible et comparable à celui de plusieurs trains d'artillerie roulant en même temps sur un pavé très solide. La nue semblait s'abaisser jusqu'à terre, et au milieu de son obscurité on aperçut une lueur semblable à celle de la fumée qui s'élève d'un grand feu. Après son passage, selon quelques observateurs, on aurait senti une odeur de soufre.

Cette nuée formait un tourbillon s'étendant à cinquante toises à la ronde, et si violent qu'il déracinait les arbres, enlevait les toits des maisons et renversa même certains édifices, emportant les débris à plus de deux cents toises. Ses ravages commencèrent à un quart de lieue de la ville du côté du midi ; de là, il parvint au couvent des Cordeliers (temple protestant), traversa le faubourg de Lattes, l'Esplanade, descendit au faubourg du Pila-Saint-Gély, et enfin atteignit le couvent des Recollets (Séminaire), où toute la couverture fut enlevée, plusieurs murs abattus ou ébranlés. Enfin le tourbillon alla avec la nuée se perdre dans la campagne du côté du nord, ayant parcouru une petite demi-lieue en longueur sur une largeur d'environ cent toises. Après qu'il se fut dissipé, il survint une grosse pluie d'orage, sans éclairs et sans tonnerre.

Il est intéressant de comparer à cette trombe celle, bien autrement terrible, de 1844 qui ravagea le territoire de Cette et dont voici la description d'après un récit du temps.

Le 22 octobre 1844, à 4 h. 25^{m} du soir, par un temps affreux, le baromètre étant à 733^{mm}, le vent soufflant avec force dans toutes les directions, on vit venir de la mer à l'entrée du port un vaste nuage noir comme de l'encre, dans lequel brillaient des lueurs assez vives. La pluie et la grêle tombaient à profusion, accompagnées de coups de tonnerre et d'éclairs violacés. A son passage au-dessus du môle, ce nuage souleva plusieurs des énormes rochers roulés à sa base et qui le défendent contre les vagues. Il se porta

rapidement vers le paratonnerre du pavillon du génie et l'abattit presque en entier par un coup foudroyant. Un bruit épouvantable se fit entendre, semblable à l'explosion d'un magasin à poudre. La toiture du pavillon, recouverte de plaques de zinc, fut déchirée et enlevée dans le tourbillon, et les murs de l'édifice croulèrent avec un horrible fracas. Deux maisons voisines furent complètement rasées. Les navires qui étaient dans le bassin furent renversés, jetés sur le flanc ou chavirés : les voiles, les antennes, les agrès, brisés, volèrent en lambeaux.

Au milieu d'une épaisse obscurité et d'un bruit assourdissant, comme celui de centaines de charrettes chargées de fer et roulant sur le pavé, la trombe emporta dans les airs des barques, des hommes, des tourbillons de vase et de boue ; des fermetures arrachées, des pièces métalliques scellées dans les murs, furent traînées à grande distance ; les tuiles des maisons furent enlevées par milliers ; et l'on retrouva des débris de toute espèce à plusieurs mille mètres, jusqu'à Bouzigues et à Cournonterral. Pendant tout ce temps, une pluie véritablement diluvienne inondait la ville [1].

La trombe, suivant la direction du canal, brisa des embarcations, resserrant le plus souvent ses ravages sur une largeur de 2 à 3 mètres et laissant des nacelles intactes à côté de navires démâtés. Sa trace était sinueuse et dirigée vers l'ouest.

Ce météore ne dura que quelques minutes, et l'on eut à déplorer la perte de 20 personnes tuées ou noyées. 6 navires furent engloutis, tous les autres éprouvèrent des avaries. 200 maisons furent lézardées ou endommagées. Dans les appartements on vit des cloisons renversées, les vitres brisées ou simplement percées.

En s'éloignant de Cette, la trombe longea l'étang de Thau et traversa le territoire de Balaruc, précédée par une averse de grêle. Elle brisa ou déracina des arbres ; des oliviers arrachés furent soulevés rapidement et retombèrent aussitôt. A son entrée dans la

[1] Elle atteignit, dit-on, 50 centimètres en 3 heures. Comparer avec les plus grandes pluies horaires connues : le 14 novembre 1766 à Montpellier, 39 centimètres (Poitevin); le 15 décembre 1768 et le 11 octobre 1862, en 6 heures, 22 centimètres.

garrigue de Poussan, la trombe est décrite comme ayant l'aspect d'un nuage très dense en forme de cône renversé, communiquant avec le sol par une large colonne de vapeurs où brillaient des lueurs rougeâtres. Arrivée dans les environs de Cournon, elle n'était plus qu'un nuage orageux, d'où jaillissaient des coups de tonnerre et des éclairs incessants. — Le lendemain, on signala plusieurs sinistres en mer, et deux navires vinrent échouer près d'Agde [1].

Ce phénomène extraordinaire donna lieu à plusieurs écrits intéressants de l'abbé Peytal [2]; nous citerons aussi le rapport du professeur J.-E. Bérard sur l'origine électrique de la trombe.

En 1774, la Société royale, jalouse de contribuer plus efficacement aux progrès de la météorologie, proposa pour sujet de prix la question suivante : « Quelle est l'influence des météores sur la végétation, et quelles conséquences peut-on tirer, relativement à cet objet, des différentes observations météorologiques faites jusqu'ici ? » Le prix fut remporté par l'abbé Toaldo [3], professeur d'astronomie, de géographie et de météorologie à l'Université de Padoue. Son ouvrage a pour titre : *Essai de météorologie appliquée à l'agriculture*, et pour épigraphe : «*Annus fructificat, non terra*» : d'où le proverbe : « Mieux vaut bon an que bon champ ». Il a été imprimé en 118 pages dans les publications de la Société, à la suite de la séance publique du 30 décembre 1774, qui contient aussi une analyse par Poitevin de la dissertation de Toaldo.

Le mémoire de Toaldo repose sur la discussion de quarante années d'observations faites en grande partie à Padoue par le marquis de Poléni et son fils l'abbé de Poléni, de 1725 à 1764 et

[1] *Echo du Midi*, 14 et 16 avril 1847. C'est d'après cet article qu'avait été rédigée la présente description. A. R.

[2] *Essai sur la cause des trombes*, 1847. L'abbé Peytal, dont nous avons déjà parlé à l'occasion des éclipses totales de soleil de 1706 et de 1842, né et mort à Montpellier (1800-1850) : esprit original et subtil, passionné pour l'astronomie ; il s'est occupé principalement de la théorie et de la construction des instruments d'optique (*Acad. de Montp.*, tom. I, pag 105, 109, 471).

[3] Joseph Toaldo, Vicentin (1719-1797).

d'une série due à Toaldo lui-même de 1766 à 1774. Ses observations de température ont été faites à l'air libre, au lever du soleil et à 3 heures du soir.

Toaldo remarque très justement que la marche de la chaleur dans le cours de l'année, soit qu'elle croisse ou décroisse, n'est jamais régulière : elle procède par sauts, tantôt directe, tantôt rétrograde, comme s'il y avait des jours plus que d'autres disposés au froid ou au chaud ; et de même il en est de plus disposés au serein, à l'humidité, au vent. C'est ainsi qu'il a formé le *Calendrier météorologique* qui accompagne son travail : c'est l'histoire des quatre saisons de l'année, des mois et même des jours au point de vue de la température, de l'état du ciel et de la pluie.

Cela se rapporte, il est vrai, au climat de la Lombardie ; et cependant plusieurs des conséquences de l'auteur se vérifient pour Montpellier. De là résulte que des climats différents peuvent offrir des caractères communs, tenant à l'existence de causes générales et permanentes que les perturbations accidentelles ou locales ne sauraient entièrement dissimuler.

Nous allons reproduire les points essentiels de ce calendrier, dressé par Toaldo pour les environs de Padoue. Voici d'abord, selon lui, les jours critiques de chaque mois :

Janvier. — Neige du 4 au 18. Minimum de température les 1, 11 et 17 ; belle journée le 29.

Février. — Neige les premiers jours ; froids âpres, surtout si janvier a été doux. Le 2 est critique : s'il est beau, nous sommes à la moitié de l'hiver ; s'il est pluvieux, l'hiver est fini. Minima les 5, 15, 26. Il y a de très beaux jours dans ce mois.

Mars. — C'est le mois des vents ; ils commencent à souffler vers le 8. Froid, neige ou pluie. Jours critiques les 12, 23, 25, 29. Les belles soirées de mars sont éclairées par la lumière zodiacale.

Avril.— Maximum de température le 5. Les vents continuent ; beaucoup de jours variables ou pluvieux, principalement le 1er et le 25. On commence à ressentir la douceur de la saison, mais les gelées blanches sont à craindre. Minima le 12 et le 27.

Mai. — C'est le mois qui a le plus de jours pluvieux et surtout

de variables. Brouillard ; quelquefois orages et grêles ; débordements dus à la fonte des neiges. Minima le 15, le 26.

Juin. — Minimum le 7. Temps pluvieux vers le 8 jusqu'au 12, variable jusqu'à la Saint-Jean. Jours chauds vers le 15 et le 21. Orages vers le 10 et le 28.

Juillet. — Les trois premiers jours, variables ou pluvieux, font baisser la température. A compter du 4, les beaux jours reviennent avec la chaleur. Maximum le 7, le 18. Interruption le 24 et le 31 ; ce dernier jour très souvent mauvais. Jours critiques pour les orages le 8, le 24 et surtout le 28.

Août. — Les premiers jours variables ou pluvieux, le reste beau. Maxima les 5, 10, 16, qui sont des plus chauds de l'année. Orages le 4, le 17. Minima le 20 et le 31.

Septembre. — Minimum le 4, maximum le 8. C'est un beau mois, s'il n'est pas troublé par la pluie et les vents. Les 11 et 12 sont beaux ; puis bourrasques et orages de mer jusqu'au 16 et aussi après l'équinoxe.

Octobre. — Les premiers jours beaux. Maximum le 8. Orages ou pluie vers le 23, le 28. Minimum le 30.

Novembre. — Minimum vers les 4, 10, 22, 28. Pluies du 1er au 15. Après, on a quelquefois une semaine de beaux jours, qu'on appelle le petit été de la Saint-Martin. Neige vers le 20.

Décembre. — Assez pluvieux ; beau vers le 10 et après la Noël. Neige du 8 au 12, du 17 au 24, du 28 au 31. Minima les 5, 14, 25.

Voici encore quelques *Remarques générales* de Toaldo sur le climat de Padoue, qui ne seront pas sans intérêt pour nous, si l'on fait attention que cette ville, située entre les Alpes et l'Adriatique, offre sous ce rapport avec Montpellier une certaine analogie. — Les mois les plus secs, à Padoue, sont février, janvier, mars et décembre ; les mois pluvieux sont octobre, juin, mai, avril, septembre. Le plus grand nombre de jours de pluie se présente en mai, octobre et novembre.

Les vents de S et SE sont humides. Les pluies et neiges viennent de N et NE : selon Toaldo, ce sont des vents du sud,

réfléchis ou arrêtés par les montagnes. — En été, on observe une brise de S. E. qui tourne le soir vers l'O. En mars, des vents secs de N. E. — Les grêles, les orages et les ouragans viennent ordinairement de l'O. N. O Cela, dit Toaldo, est connu même aux Antilles. Le 25 mai 1736, il y eut en Angleterre une très grande tempête venant du N. O., et on l'observa le lendemain à Padoue, par le même vent, dans la même direction, avec l'intervalle seulement des heures nécessaires pour aller de l'un à l'autre pays. — Les orages d'été avec tonnerre sont sans vent. Les orages accompagnés de vent donnent plutôt de la grêle, dont les grains grossissent à raison de la violence du vent et sont plus rares à proportion de leur grosseur. Ces remarques sont importantes pour la théorie de la grêle.

Sous le nom d'*Aphorismes météorologiques*, Toaldo indique quelques conclusions qui méritent d'être vérifiées, et que nous transcrivons comme exemple de l'usage qu'il a fait de ses observations et de l'utilité pratique qu'il espérait en tirer pour l'agriculture. — Un automne humide avec un hiver doux est suivi ordinairement d'un printemps sec et froid qui retarde beaucoup la végétation. — Si l'hiver est sec, le printemps sera humide. A un printemps et un été humides succède un automne serein ; et à un automne serein, un printemps humide. — Dans une période de dix ans on a une fort mauvaise récolte, deux très médiocres, cinq ordinaires et deux abondantes.

Toaldo a reproduit le mémoire couronné par notre Société royale, dans son « *Essai météorologique* sur la véritable influence des astres, des saisons et changements de temps », traduit par Daquin, 1784. Il y développe principalement sa célèbre théorie des *points lunaires*. Ayant cru remarquer que, au bout de 18 ans, les phénomènes météorologiques reviennent dans le même ordre, il en déduisit un cycle pour le retour des saisons. D'après lui, la lune aurait une influence sur les pluies, dépendant de ses phases et des points lunaires, c'est-à-dire des différentes situations de notre satellite par rapport à la terre et au soleil.

L'observation n'a pas confirmé ces vues théoriques ni leur appli-

cation à la prévision du temps. Mais il reste à Toaldo le mérite d'avoir dissipé l'erreur, encore très accréditée, d'une influence occulte des astres, et d'avoir démontré l'action prédominante de la chaleur solaire sur la végétation Quant à sa théorie lunaire, elle n'est qu'une exagération de l'idée juste d'une marée atmosphérique produite par la lune, incontestable en théorie, mais dont le résultat effectif sur les changements de temps reste encore à établir. Enfin, ses ouvrages se recommandent par le grand nombre de faits bien observés et de préceptes utiles qu'il y a consignés.

Nous arrivons actuellement à l'un des hommes qui ont le plus activement développé les études météorologiques dans notre ville; il y a contribué tant par ses propres observations que par la publication de son grand ouvrage sur le climat de Montpellier. Jacques Poitevin eut pour maîtres Danyzy et de Ratte, aussi ses premiers travaux furent-ils dirigés vers l'astronomie pratique, et se préoccupa-t-il toute sa vie de l'organisation de l'observatoire de la Société royale, désireux qu'il était de voir utiliser au profit de sa science de prédilection la sérénité de notre ciel et le zèle de nos savants. Dès l'âge de 22 ans, il commença à s'occuper sérieusement de météorologie, comme on le voit par son *mémoire* contenant des observations botanico-météorologiques faites à Montpellier en 1764 et 1765, avec quelques remarques générales relatives à l'influence des météores sur la végétation.

La maladie de Romieu et puis sa mort ayant interrompu, à partir de septembre 1766, les mesures pluviométriques que ce physicien avait le premier organisées à Montpellier, il y eut dans les observations une lacune que la Société voulut remplir; elle chargea Poitevin de cette mission. L'automne de cette année 1766 avait été précisément signalé par des pluies extraordinaires dans le Languedoc, la Provence et le Roussillon. Ces pluies orageuses commencèrent au mois d'octobre. A Montpellier, il plut le 13 pendant huit heures consécutives; les rivières des environs submergèrent les champs, les vignes et des troupeaux entiers. Les pluies de novembre furent encore plus fortes. Une tempête furieuse en

donna le signal le 14 vers 10 heures du soir ; elle continua toute la journée du lendemain, et la pluie dura presque sans interruption jusqu'au 22, le vent restant constamment au sud-est. Poitevin estime qu'il tomba 65 centimètres d'eau en novembre, dont 54 du 14 au 17; la seule journée du 14 en aurait donné plus de 39.

Poitevin fit transporter chez lui l'instrument même de Romieu, et l'installa sur la partie la plus élevée de sa maison, rue Dauphine, n° 193, aujourd'hui n° 6, au coin de la rue des Carmes-du-Palais, à l'altitude de 62 mètres environ. Au lieu de peser l'eau reçue dans la cuvette, comme le faisait Romieu, Poitevin en mesurait directement la hauteur, en la faisant arriver dans un parallélipipède rectangle dont la section avait un rapport connu avec la surface de la cuvette et qu'il avait gradué une fois pour toutes. Il a continué ces mesures de la pluie pendant quarante ans, depuis le 1er janvier 1767 jusqu'à sa mort.

La moyenne annuelle de ses observations est de 765 millimètres; et le nombre de jours de pluie, de 82. Par la comparaison des premières années de sa série avec les dernières, Poitevin avait cru reconnaître une diminution appréciable dans la quantité moyenne de pluie tombée à Montpellier, ce qu'il attribuait à l'abus des défrichements et à la destruction des arbres; mais les observations postérieures n'ont pas confirmé cette diminution, bien que les défrichements aient continué. Ce qui est hors de doute, c'est l'énorme quantité d'eau qui tombe quelquefois dans un court intervalle. Outre l'exemple de tout à l'heure, on peut citer le 15 décembre 1768, qui donna 0m,225; le 11 octobre 1862, en six heures nos observations mentionnent aussi 0m, 220. Les pluies donnant 0m.15 à 0m,20 en un jour ne doivent pas être considérées comme exceptionnelles.

L'Essai sur le climat de Montpellier, publié en 1803, est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en parler longuement. L'auteur y a réuni les principaux faits météorologiques de la seconde moitié du XVIIIe siècle, et il remonte même jusqu'aux premiers temps de la Société royale. C'est une étude complète et consciencieuse, remplie de faits intéressants, pouvant servir à

caractériser notre climat au siècle dernier ; on y trouvera des termes de comparaison pour apprécier si ce climat a éprouvé des changements sensibles, question qui a été souvent discutée par nos prédécesseurs et qui partageait alors les esprits dans la Société. Enfin il a constaté cette règle de la rotation des vents de l'Est à l'Ouest par le Sud, qu'on appelle aujourd'hui à tort loi de Dove, que Mariotte avait déjà signalée et qui est trop frappante chez nous pour échapper à un observateur attentif.

Poitevin, dans son Essai, traite aussi de l'influence météorologique des phases de la lune. Pour contrôler le système de Toaldo, il compara les observations de pluie aux syzygies, aux quadratures, aux lunistices. Il attribua surtout une grande importance météorologique au mouvement de l'apogée lunaire, dont la période est de 8 ans 311 jours. Poitevin adopta les idées de Toaldo sur d'autres points moins contestables, tels que la marche inégale de la température dans le cours de l'année, la détermination des irrégularités qu'elle présente et leur influence sur les récoltes ; et il a eu soin de nous conserver d'anciennes traditions dues à l'expérience de simples cultivateurs, mais qui, débarrassées des préjugés dont elles sont parfois accompagnées, peuvent fournir à la science d'utiles indications.

L'Essai contient les tableaux de 36 années d'observations udométriques jusqu'en septembre 1802, à savoir les quantités de pluie par mois et le nombre de jours pluvieux. Il y a quelques lacunes (vingt mois environ) de 1792 à 1795. Poitevin poursuivit ces observations jusqu'à la fin de 1806. Son fils aîné Eustache Poitevin [1] les a continuées de 1807 à la fin de 1812. On les trouvera dans les *Bulletins* de la Société des Sciences et Belles-Lettres de Montpellier, tom. II, pag. 258, et tom. V, pag. 481.

Plein de zèle et de dévouement pour l'ancienne Société dont il avait fait partie dès 1766, il s'occupa activement de sa reconstitution sous une autre forme en 1795, et il en fut le secrétaire

[1] Payeur-Général du département (*Société libre*, tom. V, pag. 11) ; auteur d'une Notice sur Sébastien Bourdon (*Société libre*, tom. V, pag. 41).

jusqu'à sa mort[1]. Il était en correspondance avec Lalande. On lui doit encore un grand nombre d'observations astronomiques (éclipses des satellites de Jupiter, occultations d'étoiles) faites soit à l'observatoire de Montpellier, soit à sa campagne de Mézouls, près Mauguio; enfin des mémoires sur diverses questions agricoles : ce fut même l'objet de ses plus constantes préoccupations, la plupart de ses études s'y rattachent, et, comme il le dit lui-même, « il serait difficile d'être fortement attaché au bien public, sans s'occuper de l'agriculture, comme du premier moyen de l'établir ».

L'importance de la climatologie au point de vue de la santé publique et de la fréquence de certaines maladies ne pouvait être méconnue dans une ville essentiellement médicale comme la nôtre. Aussi, bien avant le travail déjà cité de Fouquet, Gaspard René en 1761 présentait dans un concours une thèse sur le climat de Montpellier[2], et Fournier, médecin de l'hôpital Saint-Eloi, publiait en 1766 un mémoire sur la situation, l'air et les eaux de

[1] Jacques Poitevin, né et mort à Montpellier (1742-1807), fut président de l'Administration départementale après le 18 brumaire et ensuite Conseiller de préfecture de l'Hérault. Voir son éloge par Martin-Choisy (*Société libre*, tom. III, pag. 183) et une Notice par Baumes, 1813. — Son plus jeune fils, Théodore Poitevin (*), a publié en 1798 des « *Tables de comparaison entre les nouveaux poids et mesures et les poids et mesures en usage à Montpellier et aux environs* » et des « *Réflexions sur quelques étymologies languedociennes qui dérivent directement du grec* » (*Société libre*, tom. II, pag. 37).

[2] Collection des disputes pour les chaires, à la bibliothèque de la Faculté de médecine.

---

* Théodore Poitevin des Pradels épousa la sœur aînée de mon père. Avec son fils Abel Poitevin de Maureillan, mort sans laisser d'enfants, s'est éteinte en 1874 la descendance mâle de Jacques Poitevin. Cette famille, qui a honoré notre ville à la fin du siècle dernier et au début du nôtre, est dignement représentée aujourd'hui par la descendance de deux des enfants du savant :

le général de Maureillan (familles Véret, Rolland et Cazalis) ;

la générale de Campredon, mère du conseiller Charles de Campredon (mort sans postérité) et de Mme des Hours Farel, qui nous accueillait à Mézouls, quelques années avant sa mort, avec une aimable et touchante sympathie, au milieu d'un véritable musée de souvenirs, portraits, buste de Jacques Poitevin, etc. (familles Eugène des Hours, Louis des Hours, Auriol, Roman et Boissier). A. R.

la ville de Montpellier[1]. Mais c'est surtout à nos célèbres professeurs Fouquet et Baumes que revient l'honneur d'avoir institué à Montpellier, avec les cliniques, l'étude des constitutions médicales comparées aux faits météorologiques[2]. Marchant dans cette voie, T. Méjan entreprit en 1802, sous le titre d'*Ephémérides météorologico-médicales*, l'observation simultanée des phénomènes atmosphériques et des maladies régnantes et les continua jusqu'en 1817.

Le Docteur Thomas Méjan, médecin des prisons, membre de la Société libre, praticien distingué et frère du professeur André Méjan, avait commencé en l'an II[3] une série d'observations météorologiques, dont parle Poitevin. Murat nous a conservé dans son ouvrage le résumé de ces précieuses observations jusqu'en 1806, c'est-à-dire les 12 années commençant à l'an III (22 septembre 1794) et se terminant par l'an XIV (22 septembre 1806). A dater de 1802, Méjan publia mensuellement ses *Ephémérides* dans le journal de Médecine de Baumes[4] jusqu'à la fin de 1817. On y trouve indiquées les mesures du thermomètre et du baromètre, le vent dominant, l'état du ciel et la quantité de pluie.

Jusqu'à 1813, la mesure de la pluie est empruntée aux Poitevin ; mais à partir de cette date nous ne savons pas où et comment Méjan a observé la pluie des quatre années complètes 1814-1817. M. V. Raulin, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, les a jointes à celles des Poitevin dans son grand travail sur les « Observations pluviométriques faites dans l'Aquitaine (sud-ouest de la France), de 1714 à 1860 », pag. 343[5].

Les observations de Méjan se décomposent en deux périodes : la première se termine en 1806 et a été utilisée par Murat, les tableaux y sont disposés selon le calendrier républicain. En 1806,

[1] *Recueil d'observations de médecine des hôpitaux militaires*, par Richard de Hautesierck, tom. I. pag. 1 et 21.

[2] Voyez C. Saintpierre ; *Essai historique et médical sur les constitutions propres au climat de Montpellier*, 1859.

[3] 1793 *Société libre*, tom. V, pag. 11.

[4] *Annales de la Société de médecine pratique de Montpellier*, an XI et suivants.

[5] Extrait des *Actes de l'Académie de Bordeaux*, 1863-1870.

il revient au calendrier ordinaire; et cette seconde période de douze ans 1806-1817 est la base de l'étude météorologique du climat de Montpellier insérée dans la *Statistique de l'Hérault* En réunissant ce dernier ouvrage à celui de Murat, on a des documents assez complets sur les vingt-quatre années 1794-1817. Mais, à cause des fautes de copie ou d'impression, il serait à désirer que l'on réunit les tableaux mensuels de Méjan, pour les étudier à part. Malheureusement, la différence du calendrier dans les deux séries exigerait un travail considérable pour les faire concorder, et il est même douteux que ce travail soit possible en l'absence des cahiers originaux donnant les résultats observés chaque jour. C'est ainsi que les observations de ce médecin aussi laborieux qu'éclairé ont perdu une grande partie de leur importance; et la même remarque s'applique à toutes celles qui ont été faites dans la même période.

La *Topographie médicale* de la ville de Montpellier par Murat[1] contient une analyse exacte et très complète de la première série d'observations de Thomas Méjan et leur comparaison avec les travaux antérieurs, notamment avec ceux de Mourgue. Les tables météorologiques de Méjan, que Murat dit avoir entre les mains, sont évidemment les originaux des tableaux mensuels de douze années consécutives d'observations de l'an III à l'an XIV, et qui à partir de l'an XI sont insérés sous le nom d'Ephémérides dans le *Journal* de Baumes. Ces 144 résumés mensuels ont eux-mêmes été condensés par Murat et distribués en tableaux particuliers à chaque principale classe de phénomènes.

Ainsi les douze premiers tableaux de Murat donnent pour

[1] Jean-Arnaud Murat (de la Dordogne), docteur en médecine de la Faculté de Montpellier, médecin honoraire de la Grande-Armée, au 8e corps des armées d'Allemagne, médecin de la Charité à Montpellier. Poitevin le fit entrer à la Société des Sciences, à laquelle il fit plusieurs communications sur des sujets médicaux et dont il est resté secrétaire jusqu'à sa dissolution en 1816. — Le livre de Murat est intitulé : *Topographie médicale de la ville de Montpellier*, ouvrage qui a emporté le prix au jugement de la Société des Médecins et des Naturalistes de Souabe le 14 juillet 1808. Ouvrage dédié à Sa Majesté le Roi de Naples. Imprimé à Montpellier, Renaud, libraire, 1810.

chaque mois des douze années le maximum et le minimum du thermomètre, le maximum et le minimum du baromètre, le nombre de jours beaux, couverts, de tonnerre et de grêle. Le 13e tableau donne, pour chaque année, le jour et le degré de la plus grande chaleur et du plus grand froid, de la plus grande et de la plus petite élévation du baromètre.

Le 14e tableau contient la température moyenne pour chaque mois des douze années et pour chaque année. Le 15e donne la durée des plus grands froids de chaque mois d'hiver. Murat en conclut que la durée maximum est de 21 jours, la moyenne de 10 jours, et qu'on est fondé à se plaindre de la rigueur de l'hiver, quand le froid se prolonge plus d'une semaine de suite — Enfin ces divers résultats sont comparés avec les données analogues obtenues par Mourgue pour la période de 1772-1785 dans l'*Essai de Statistique*.

Passant à l'étude de la sérénité du ciel, il consacre quatre tableaux à donner, toujours d'après les observations de Méjan, le nombre des jours sereins de chaque mois de la série, celui des jours couverts, le nombre des jours sereins et celui des jours couverts de chaque saison. Il trouve 123 pour moyenne annuelle des premiers, 62 pour les seconds ; il reste 180 jours nuageux.

Les 20e et 21e tableaux contiennent le nombre des jours pluvieux de chaque mois : moyenne annuelle 74. Poitevin a trouvé 82, parce qu'il comptait les moindres pluies. Le nombre des jours notablement pluvieux serait de 41 selon Murat. Ces 41 jours de pluie ne peuvent pas rendre bien humide un territoire d'ailleurs sec et aride, où il n'y a pas 75 jours sans soleil et dont la température est assez élevée. Ajoutez-y l'influence des vents secs qui, succédant à de légères pluies, en détruisent immédiatement tout l'effet.

Le tableau suivant concerne la glace, la neige, la gelée blanche et le givre, c'est-à-dire cette gelée en forme d'aiguilles qui brûle les bourgeons. — Sur les douze années considérées, une seule (l'an VII) n'a pas eu de neige ; et deux fois (l'an III et l'an IV) l'épaisseur de la neige tombée a atteint 18 pouces.

Relativement aux brouillards, les tableaux 23 et 24 montrent qu'ils sont plus nombreux en été qu'en hiver, en automne qu'au printemps. Ceux du soir sont près de six fois plus rares que ceux du matin.

Les tableaux 25 et 26 donnent le nombre des jours de vent, et la classification des vents, avec leur nom vulgaire, et leur fréquence relative. C'est une étude très intéressante, sur laquelle nous reviendrons.

Quant aux orages, la période étudiée par Murat en a fourni 17 par an. La moyenne annuelle des grêles a été 2 ; le plus souvent, la grêle était mêlée à une abondante pluie qui en atténuait les effets.

Les tableaux 27, 28, 29 sont surtout médicaux : ils ont pour objet la comparaison des maladies régnantes avec les saisons et les vicissitudes atmosphériques, en un mot l'étude de la constitution médicale, particulièrement pour l'année 1806. Les tableaux suivants intéressent plutôt la statistique : ce sont des documents concernant la population, les naissances, les mariages, les décès, etc. — Ce travail, très soigné, méritait d'être continué. Il est fâcheux que Murat ait trouvé si peu d'imitateurs.

La *Statistique du département de l'Hérault* publiée en 1824 par Hippolyte Creuzé de Lesser, fils du préfet de ce nom, contient sous le titre de *Météorologie* d'intéressants détails sur la pression atmosphérique, la température de l'air, les vents dominants dans les divers mois, la pluie et sa répartition mensuelle, enfin les époques de la végétation à Montpellier. Les données numériques ont été prises dans les Ephémérides de Méjan (1806-1817), bien qu'il n'y soit pas nommé. Malgré quelques erreurs de chiffres [1], on reconnaît que, pour la pluie, les nombres sont en réalité ceux des tableaux de Méjan (empruntés eux-mêmes à Poitevin de 1806 à 1812).

Les observations de la température et du baromètre embrassent

[1] En 1806, au lieu de 24 pouces 3 lignes de pluie, il faut lire probablement 26 P. 3 l. Comparez avec les observations de Poitevin et de Méjan dans l'ouvrage cité de M. Raulin, pag. 343.

la même période 1806-1817 et sont aussi empruntées à Méjan. Enfin elles sont comparées à des observations faites à Lodève par le Dr Savy et qui donnent une idée de la différence du climat entre le nord et le sud du département.

Le changement de calendrier en l'an XIV (1806) forme, comme nous l'avons dit, la ligne de démarcation entre les observations de Méjan résumées et discutées par Murat et celles du même observateur reproduites dans la *Statistique*. On pourrait les réunir dans une série unique, en ayant soin de recourir aux tableaux originaux de Méjan, et non aux reproductions qui en ont été faites et qui les ont défigurées par des fautes de transcription.

Voici, d'après la *Statistique*, le total annuel et les moyennes mensuelles de pluie pour cette période.

Pluie par année.

ANNÉE	PLUIE	JOURS PLUVIEUX	ANNÉE	PLUIE	JOURS PLUVIEUX
1806	711	83	1812	684	62
1807	467	55	1813	606	56
1808	1122	79	1814	591	72
1809	573	74	1815	516	66
1810	851	76	1816	457	64
1811	1140	69	1817	550	55
			Moyenne	689	68

Moyennes mensuelles.

MOIS	PLUIE	JOURS PLUVIEUX	MOIS	PLUIE	JOURS PLUVIEUX
Janvier...	56	6	Juillet...	32	5
Février...	41	4	Août....	30	4
Mars.....	50	5	Septemb.	117	6
Avril.....	44	7	Octobre.	108	8
Mai......	56	7	Novemb.	62	5
Juin......	48	7	Décemb..	42	4

MOYENNES PAR SAISONS.

SAISONS	PLUIE	JOURS PLUVIEUX
Hiver.........	139	14
Printemps......	150	18
Été............	109	16
Automne........	288	20

Parmi les météorologistes postérieurs à Méjan, nous trouvons le Dr Roubieu, habile botaniste, mort en 1834, prosecteur de la Faculté de Médecine, président de la Société d'histoire naturelle de Montpellier, dont les observations (thermomètre, baromètre, pluie) ont paru par tableaux mensuels dans les *Bulletins de la Société d'agriculture de l'Hérault*, tom. XI à XVI, et s'étendent de 1823 à 1829.

Voici pour la pluie les résultats annuels (*Bulletin* d'octobre 1837):

1823	1^m,058
1824	0^m,647
1825	0^m,823
1826	1^m,247
1827	1^m,144
1828	0^m,693
1829	1^m,130
moyenne	0^m,963

Ces quantités de pluie sont très fortes et comparables à celles du Jardin des Plantes, ce qui semble indiquer que Roubieu observait dans un quartier bas de la ville et avec un instrument de grande dimension [1].

On doit à Gergonne [2], professeur de physique à la Faculté

[1] Il habitait sur le haut de la Blanquerie, à gauche en descendant (Quissac).

[2] Joseph-Diez Gergonne, né à Nancy le 19 juin 1771, mort à Montpellier le

des Sciences, un grand nombre d'observations météorologiques, que l'on trouve résumées dans ses *Annales de Mathématiques*, tom. XVIII et suivants. Elles s'étendent de 1818 à 1829, et embrassent le thermomètre, le baromètre et l'hygromètre. L'appartement où il observait est au premier étage, rue Saint-Sacrement, n° 20. L'altitude du baromètre était 39^{m},25 d'après un nivellement fait par les officiers du génie, et 39^{m},50 d'après la comparaison d'observations barométriques faites à Cette. Nous n'utiliserons pas les observations thermométriques : bien que l'instrument fût exposé au N.N.E., la position de la maison et les observations elles-mêmes montrent que ces températures diffèrent trop de celles qu'on aurait observées dans un lieu découvert.

Pour la pression atmosphérique au contraire, nous savons que le baromètre avait été vérifié avec soin et comparé à celui de l'observatoire de Paris. Quant à l'exactitude des mesures, le nom de l'auteur est une garantie suffisante de la précision mathématique qu'il y apportait. Elles ont cet avantage que, dit Gergonne lui-même, « l'on saura bien positivement avec quels instruments elles ont été faites et comment ils étaient placés, condition indispensable pour qu'on puisse tirer parti de ces sortes d'observations et qui n'en est pas moins fréquemment négligée. Je les donne d'ailleurs avec d'autant plus de confiance que je les ai toutes faites et calculées moi-même ; ce qui n'arrive pas toujours, même dans les grands établissements scientifiques, où l'on abandonne trop souvent ce fastidieux travail à des subalternes, qui n'ont aucun intérêt à y apporter le soin nécessaire et qui remplacent même quelquefois par des observations simulées les observations effectives qu'ils ont négligées ».

Avec les chiffres de Gergonne nous avons construit le tableau suivant, qui donne pour chacune des douze années 1818-1829 la hauteur moyenne du baromètre, sa plus grande et sa plus petite hauteur et l'étendue des oscillations.

4 avril 1859. Voyez pour sa biographie P. Gervais (*Acad. de Montp.*, tom. IV, pag. 301), Bouisson (*Montpellier médical*, août 1859), Lafon (*Mémoires de l'Académie de Stanislas* à Nancy).

Toutes les observations ont été réduites à la température zéro. Il y a eu interruption en septembre 1819. Pour la hauteur moyenne barométrique du jour, Gergonne a pris la moyenne de deux observations faites l'une de 5 à 9 heures du matin, la seconde de 9 à 11 heures du soir. Cette dernière coïncidant avec un maximum, la moyenne calculée doit surpasser un peu la véritable moyenne.

BAROMÈTRE

Résultats par années (1818-1829)

ANNÉE	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM	ÉTENDUE DES OSCILLATIONS
1818	759,6	771,5	739,1	32,4
1819	58,3	71,9	39,1	32,8
1820	58,6	70,1	41,5	28,6
1821	59,7	78,8	29,3	49,5
1822	60,3	72,6	40,5	32,1
1823	58,1	72,1	21,3	50,8
1824	59,4	72,1	36,8	35,3
1825	59,9	74,5	35,7	38,8
1826	58,0	71,4	40,1	31,3
1827	58,4	71,1	37,9	33,2
1828	58,1	71,6	34,5	37,1
1829	57,4	70,3	39,3	31,0
Moyenne....	758,9	772,3	736,3	36,0
Maximum...	760,3	778,8	741,5	50,8
Minimum ...	757,4	770,1	721,3	28,6

La plus grande hauteur observée a été 778,82 le 6 février 1821; la plus petite 721,28 le 2 février 1823 : différence 57^{mm},54. Réduites au niveau de la mer, elles répondent à 782,82 et 725,02. Ce sont des cas réellement extraordinaires, puisque, en les mettant de côté, on ne trouve dans ces douze ans pour maximum que 774,46 et pour minimum 729,27. Notre série de la Faculté n'a pas fourni d'extrêmes aussi prononcés : on y trouve 774,2 et 732,0 répondant à 779,8 et 737,6 au niveau de la mer : la différence est 42^{mm},2 seulement.

Cette hauteur barométrique 778,82, observée par Gergonne le 6 février 1821 à Montpellier (altitude $39^m,25$), et qui au niveau de la mer répond à 782,82, est exceptionnelle et ne s'est reproduite depuis lors que le 16 janvier 1882. Il faut pour cela un état atmosphérique tout particulier, s'étendant à la France entière et se continuant pendant une longue durée.

Ainsi, en 1821, ce régime de fortes pressions dura plus d'un mois. Le maximum eut lieu aussi le 6 février à 9 heures du matin à l'observatoire de Paris et fut 780,90, ou au niveau de la mer 787,52 (V. Renou. *Comptes rendus*, tom. XCIV, pag. 180, 469).

Le 17 janvier 1882 à 10 heures du matin, le baromètre atteignit à Paris 782,13 au Parc Saint-Maur (alt. $49^m,3$), ce qui revient à 786,92 au niveau de la mer, nombre peu différent du précédent. Cette fois encore, le baromètre se maintint plus d'un mois à une hauteur exceptionnelle.

A Montpellier, le maximum a eu lieu, non le 17, mais le 16 janvier, à 10 heures du matin : ce maximum à la Faculté des Sciences (alt. 41^m) a été 780,5 (réduit à zéro) et par suite 784,5 au niveau de la mer : c'est un peu moins qu'à Paris. Le lendemain à la même heure, il s'élevait encore à 780 (soit 784). Ici le régime des fortes pressions avait commencé dès le 4 novembre 1881, et il a régné particulièrement du 26 décembre au 14 février suivant ; il n'a cessé que le 25 février. Durant tout ce temps, il y a eu de la sécheresse et un beau temps exceptionnel.

A Alais, d'Hombres-Firmas trouva, le 6 février 1821, 782,63 au niveau de la mer. Son fils, le 17 janvier 1882, à 10 heures du soir, observa 768,50, soit 781,52 au niveau de la mer (V. Viguier. *Comptes rendus,* tom. XCIV, pag. 815).

Entre les deux époques 1821, 1882, et même antérieurement depuis deux siècles que l'on observe à Paris, le baromètre n'a pas atteint cette hauteur 787, et ne paraît même pas avoir guère dépassé 785. Les deux plus fortes pressions depuis 1821 ont été à Paris (V. Renou. *Loc. cit.*) à l'Observatoire :

Le 11 février 1849, 778,56, soit au niveau de la mer 785,26.

Le 18 janvier 1859, 778,58, soit au niveau de la mer 785,08;

Le 10 janvier 1859, à la Faculté des Sciences de Montpellier (alt. 58m,7), le baromètre à midi et à 4 heures du soir est monté à 774,2 (à zéro), ce qui équivaut à 779,90 au niveau de la mer.

Le 28 décembre 1879, à midi, chez moi (alt. 53m environ) la hauteur barométrique a été 773,9, qui, corrigée, donne au niveau de la mer 779,6.

On voit que les maxima extraordinaires, tels que ceux de 1821 et 1882, atteignant à Montpellier 783 ou 784, surpassent notablement les grands maxima tels que ceux de 1859 et 1879, qui n'ont pas atteint 780 ; de même à Paris, où ils présentent un excès de 2mm environ. Il semble de plus qu'à Montpellier les uns et les autres sont au-dessous des maxima correspondants de Paris de plusieurs millimètres (2 à 5).

La plus petite hauteur observée par Gergonne a été 721,28 le 2 février 1823, ce qui, au niveau de la mer, répond à 725,02. A la même époque, à Alais, d'Hombres-Firmas observait 713,21 à l'altitude de 131m,6, ce qui donne au niveau de la mer une hauteur 725,08 presque identique.

BAROMÈTRE

RÉSULTATS PAR MOIS (1818-1826)

MOIS	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM	ÉTENDUE DES OSCILLATIONS
Janvier......	760,8	774,5	739,8	34,7
Février......	61,2	78,8	21,3	57,5
Mars........	59,1	72,7	40,1	32,6
Avril........	57,6	68,1	39,1	29,0
Mai.........	57,9	70,4	46,7	23,7
Juin	59,0	69,1	49,8	19,3
Juillet.......	59,1	64,2	48,7	15,5
Août........	59,3	66,3	50,2	16,1
Septembre ...	59,6	65,7	48,9	16,8
Octobre......	58,2	69,4	37,1	32,3
Novembre....	59,6	68,8	39,8	29,0
Décembre....	59,0	71,3	29,3	42,0

Le tableau ci-dessus donne par mois les hauteurs barométriques

moyenne, maximum et minimum, pour la période de neuf ans 1818-1826.

Prenant les moyennes par saisons, on trouve :

Hiver	760,4
Printemps	758,2
Eté................................	759,1
Automne	759,1

Les plus fortes oscillations ont eu lieu en décembre, janvier et février; leur amplitude diminue de mars à juillet et augmente brusquement en octobre. Les plus grandes hauteurs ont eu lieu en décembre, janvier, février, mars; les plus faibles en décembre et février. L'hiver est l'époque des grandes oscillations, mais en moyenne le baromètre s'y tient plus élevé que dans les autres saisons.

La hauteur *moyenne* annuelle des douze ans a été 758,90, qui répond à 762,64 au niveau de la mer. Les observations de la Faculté donnent, pour la moyenne à *midi* réduite à ce même niveau, 762,56. La différence est insignifiante, d'autant plus que les heures d'observation de Gergonne ont dû lui donner une moyenne un peu trop forte, comme on l'a déjà dit.

Nous avons reproduit dans le tableau VII de notre *Résumé général*[1] des observations pluviométriques faites de 1835 à 1850 par Castelnau[2] dans le jardin qu'il habitait sous le Peyrou, boulevard Saint-Guilhem, n° 2, à côté de la Banque de France (altitude 45ᵐ environ). Elles donnent une moyenne très faible, 669 millimètres seulement, tandis que les observations de Poitevin (1767-

[1] *Résumé général des observations météorologiques faites à la Faculté des Sciences de Montpellier de* 1857 *à* 1867 (*Bulletin météorologique de l'Hérault*, années 1873 et 1874).

[2] Junius Castelnau, conseiller à la Cour, né et mort à Montpellier (1795-1855), auteur du *Mémoire historique et biographique sur l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier*. Voir en tête de ce Mémoire une notice sur la vie et sur les ouvrages de J. Castelnau, par Eugène Thomas, qui l'a publié en 1858, en y joignant une Notice sur la Société des Sciences et Belles-Lettres de la même ville.

1791) donnent 785, et nos observations de la Faculté (1857-1867) 865. Il est vrai que cette dernière période a été généralement humide et que celle pendant laquelle a observé Castelnau a été marquée au contraire par une sécheresse exceptionnelle de 1837 à 1839. Néanmoins nous attribuons ces discordances à ce que son jardin est un peu abrité, mais surtout aux trop petites dimensions de son pluviomètre. Celui de Poitevin avait un pied carré d'ouverture, soit 1055 centimètres carrés; le nôtre, à la Faculté, un mètre carré ou 10000 centimètres carrés; celui de Castelnau n'en avait pas 150. De plus, il est vraisemblable qu'il négligeait les petites pluies, sans quoi l'on ne trouverait pas dans une période de seize années huit mois entièrement privés d'eau. Il s'est d'ailleurs glissé quelques erreurs dans ses relevés. Pour ces diverses raisons, cette série, intéressante par sa durée, ne peut être comparée aux autres d'une manière absolue.

On voit que les observations ne manquent pas à Montpellier, mais le plus grand nombre ne sauraient être utilisées, soit qu'elles ne nous aient pas été intégralement conservées, ou qu'elles n'aient pas été assez prolongées, soit enfin qu'elles ne soient pas comparables entre elles, eu égard aux conditions où elles ont été faites, ou que ces conditions soient restées inconnues. Ce doit être un avertissement pour les personnes qui veulent consacrer utilement quelques loisirs à la climatologie. En outre, les observateurs consciencieux ne sauraient trop se tenir en garde contre les fautes de lecture et les erreurs de transcription.

Legrand [1], professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences, de 1837 à 1868, a fait à Montpellier des observations très nombreuses et très soignées, particulièrement de la température de l'air observée dans toute espèce de conditions. Malheureusement, il n'en a publié qu'un fort petit nombre, et il n'a pas été possible de tirer de ses manuscrits des résultats précis et d'utiliser ses laborieuses recherches.

[1] Jean-Nicolas Legrand, né à Bouvellemont (Ardennes) le 9 janvier 1796, mort à Montpellier le 1er mai 1871.

Les Bulletins de la Société d'agriculture contiennent ses observations du thermomètre et de l'udomètre, faites de 1838 à 1840. Les tableaux sont complets et bien ordonnés : ils donnent la pluie pour chaque jour et non le total du mois. On peut s'en servir pour rectifier les autres observations de cette époque. Ainsi, en octobre 1839, la pluie mesurée par Legrand est 233^{mm}, Castelnau donne 409 ; un pareil écart est impossible. Il faut lire probablement 209 et réduire à 706 le total de l'année 1839 dans le tableau de Castelnau. Legrand avait observé de 1837 au milieu de 1839 dans le jardin n° 6 de la rue de la Merci, tout près du jardin Castelnau, dans des conditions analogues, à une altitude peu différente de 43^{m}. Mais alors il était à Boutonnet[1] ; l'altitude était à peu près la même, et la distance n'était pas telle qu'on puisse admettre une aussi grande différence pour un mois même très pluvieux, comme le fut octobre 1839. L'udomètre de Legrand, ainsi que celui de Castelnau, était très petit : le diamètre du cercle d'ouverture ne dépassait pas 12 ou 15 centimètres. En novembre, les tableaux de Castelnau donnent 147^{mm} d'eau, nombre exactement emprunté aux observations de Legrand.

On trouvera aussi des documents intéressant notre climat dans l'*Annuaire* de l'Hérault, années 1828 et suivantes. Dans celui de 1835 on lira avec intérêt l'article intitulé : « Notions sur la météorologie et sur la constitution physique des habitants de l'Hérault », par Eugène Thomas, archiviste du département[2].

Il a été fait de 1831 à 1847 dans la campagne Vialars, à l'Aigue-Longue, des observations sur les vents, la quantité de pluie, la température, et leurs effets sur la végétation ; mais elles n'ont pas été publiées[3].

[1] M. Legrand a habité diverses maisons à Boutonnet, notamment en 1839 et 1840 le jardin Clavel, en 1844 la maison Alliès, en 1849 le grand jardin Pagézy (aujourd'hui englobé dans l'enclos des Carmélites), et depuis 1850 jusqu'à sa mort une maison située vis-à-vis du couvent du Refuge (aujourd'hui n° 65, rue Lakanal). A. R.

[2] Voir l'*Essai historique et descriptif sur Montpellier*, du même auteur, et son Introduction au *Dictionnaire topographique du département de l'Hérault*, 1865.

[3] Ces cahiers d'observations, dressés par M. D. Vialars, sont encore à Méric entre les mains de Mme Gaston Bazille. A. R.

La Société d'agriculture de l'Hérault, fondée en 1807, publie depuis lors des *Bulletins*, où elle a toujours accueilli les recherches relatives à la météorologie. On y trouve de nombreux renseignements sur le froid, les gelées tardives ou précoces, les grandes chaleurs, sécheresses et autres intempéries intéressantes pour les agronomes. Le *Bulletin* de septembre 1824 contient un mémoire sur le climat de Montpellier, par Marcel de Serres [1], avec le résumé des observations barométriques et thermométriques faites en 1819.

On y trouve également, sous le titre d'observations agricoles et météorologiques, de très bonnes observations du Dr Touchy, naturaliste [2], conservateur de botanique à la Faculté de médecine, faites de 1838 à 1842 à sa campagne, à 5 kilomètres S. O. de la ville. Elles concernent la pluie, les vents, la gelée, la sécheresse et leur influence sur l'état des récoltes. Elles ont été continuées ultérieurement et méritent d'être proposées comme modèle aux agriculteurs, qui pourraient sans beaucoup de peine recueillir des documents profitables à l'agriculture autant qu'à la climatologie.

Il en est de même des observations du Dr Léon Brousse, agrégé de la Faculté de Médecine, faites dans sa maison, boulevard Jeu-de-Paume, et insérées dans les *Bulletins* et dans le *Journal de Médecine pratique*, tom. XIII et suiv. [3]. Le thermomètre, abrité par une persienne, était exposé au nord sur la terrasse. L'altitude du baromètre était 42m. — Les observations de pluie se faisaient au Jardin des Plantes, au milieu de la partie réservée, vis-à-vis de l'orangerie. L'ouverture du pluviomètre était un carré de 40 centimètres de côté.

[1] Marcel de Serres, né et mort à Montpellier (1780-1862), conseiller à la Cour et professeur à la Faculté des Sciences, inaugura ici l'enseignement de la géologie et l'étude des terrains de notre région. Voir P. Gervais (*Acad. de Montp.*, tom. V., pag. 303) et de Rouville (*Eloge de Marcel de Serres* prononcé à la séance de rentrée des Facultés, 1863).

[2] Son père André-Antoine Touchy, de la Société royale, auteur d'une description physique et géologique du département de l'Hérault, *Soc. libre*, tom. III.

[3] Cette maison portait alors le no 9, aujourd'hui le no 24, au coin de la rue Jeu-de-Paume. Voir *Journal de la Société de médecine pratique de Montpellier* (tom. XIII, pag. 159). A. R.

Le 5 avril 1857, P. Dupin, ancien banquier, membre très zélé et secrétaire de la Société d'Agriculture, lut à la Société un Mémoire sur le changement et la détérioration du climat, imprimé dans le *Bulletin* d'octobre 1837. Nous allons analyser ce travail intéressant par les questions qu'il soulève et par l'esprit judicieux dont l'auteur y fait preuve.

Quelques savants ont cru trouver la preuve d'un changement appréciable de notre climat, soit pour la pluie, soit pour la température, dans l'étude de documents historiques ou dans la comparaison d'observations éloignées : les uns et les autres sont insuffisants pour établir un fait aussi important. Les seules variations qu'on ait pu constater sont fort peu étendues et dépendent de l'action et du travail de l'homme dans certaines localités.

Quant à l'*humidité* d'un climat, Dupin remarque qu'elle ne dépend pas seulement de la quantité de pluie qui y tombe annuellement, mais du nombre des jours de pluie ; ce qui est tout différent et quelquefois opposé, si bien qu'on pourrait dire jusqu'à un certain point que l'humidité d'un pays est en raison inverse de la hauteur d'eau qu'il reçoit. Ainsi Paris est plus humide que Montpellier, où il tombe beaucoup plus d'eau, mais où le nombre des jours de pluie est beaucoup moindre. Ce nombre, estimé à 82 par Poitevin, est réduit à 68 par Roubieu et tombe même à 50 dans quinze années d'observations de Touchy. C'est que ce dernier, se plaçant au point de vue purement agricole, n'estime jours *pluvieux* que ceux où la pluie est assez abondante pour interrompre les travaux des champs. Il y a beaucoup d'arbitraire dans l'évaluation du nombre des jours de pluie, et il n'est pas possible de tirer une conclusion positive de la comparaison des nombres dus à des observateurs différents.

Relativement à la quantité totale d'eau, Poitevin avait cru trouver dans ses propres observations l'indice d'une diminution ; mais en les étudiant avec soin on reconnait qu'il n'en est rien. Si l'on partage en groupes la série entière de Poitevin, on a pour moyenne annuelle :

1767-1774	790	millimètres.
1775-1782	708	—
1783-1791	856	—
1796-1803	719	—
1803-1812	795	—

La moyenne des trois premiers groupes est 785 ; la moyenne générale est 774; les trente-deux premières années donnaient 765. Rien n'indique dans ces nombres une tendance à la diminution : leurs écarts par rapport à la moyenne sont tantôt en plus, tantôt en moins, et tiennent à l'irrégularité de notre régime pluvial, où des périodes de sécheresse alternent avec des années très humides. Poitevin s'est laissé entraîner par une idée dont il était préoccupé, l'influence des défrichements et de la destruction des bois aux environs de Montpellier.

Les observations plus récentes ne confirment pas davantage une diminution de la quantité de pluie. Celles de Roubieu donnent un nombre plus fort, 963 ; les nôtres ont donné 865. Celles de Castelnau donneraient, il est vrai, 669 seulement: mais cela tient, ainsi que nous l'avons dit, à ce qu'il employait un pluviomètre trop petit et dans un jardin abrité.

De tout temps, en Provence comme en Languedoc, on s'est plaint de la sécheresse,qui est fréquemment contraire aux récoltes. C'est pendant les années sèches que se renouvellent ces doléances; il n'en est plus question quand surviennent des pluies persistantes, souvent aussi nuisibles à l'agriculture que les fortes sécheresses.

C'est aussi une opinion répandue que le déboisement du sol a modifié les températures, bien qu'on ne soit pas d'accord sur la nature de cette modification. Les uns estiment qu'il en doit résulter une égalisation du climat, les hivers devenant moins rigoureux et les étés moins chauds; d'autres ont soutenu la thèse opposée. Et il se pourrait bien que, suivant la configuration et la nature du sol, les déboisements eussent produit des effets différents dans les divers pays et à des latitudes différentes.

Il semble établi que le déboisement d'une contrée y rend les

pluies plus rares et plus intermittentes. Le sol dénudé s'échauffe davantage sous l'action directe du soleil et donne naissance à des courants ascendants qui paraissent s'opposer à la condensation des vapeurs.

Ce qui n'est pas contestable, c'est l'influence du déboisement des montagnes et du défrichement des garrigues sur le régime des eaux courantes. A la suite de ces altérations de la surface, l'eau de pluie est immédiatement absorbée par la terre végétale du sol cultivé ; et d'autre part elle s'écoule le long des rochers mis à nu. Il en doit résulter un changement dans le cours des ruisseaux qui entretiennent les sources et alimentent les rivières. Dans les pays de montagnes surtout, ces effets se manifestent d'une manière fâcheuse, et l'on cherche avec raison à y remédier.

Dans notre région, malgré les défrichements assez considérables effectués depuis deux siècles et surtout au commencement de celui-ci, on ne saurait dire que la sècheresse ait sensiblement augmenté. Il est certain que de 1616 à 1836 la fontaine de Saint-Clément n'a pas subi de décroissement[1], ni même les eaux du Lez depuis plus d'un siècle. Les assertions émises sur un changement général ou une simple détérioration de notre climat sont un pur préjugé, conséquence d'un système préconçu ou d'aperçus vagues que l'observation directe et rigoureuse ne confirme point.

Dupin eut bientôt l'occasion de vérifier la justesse de ses idées, au moment de la grande sécheresse qui régna à Montpellier en 1837, 1838 et jusqu'en septembre 1839. Les quatre années 1835-1838 furent, quant à la pluie, bien au-dessous de la moyenne, comme on le voit dans les tableaux de Castelnau. En 1835, les six mois consécutifs février-juillet ne donnèrent que 150^{mm}. En 1836, juillet et décembre furent sans eau. En 1837, les huit mois mai-décembre fournirent seulement 92^{mm}. L'année 1838 donna un peu plus d'eau, mais la fin de l'année fut encore sèche, car les sept derniers mois n'atteignirent pas 150^{mm}.

[1] Voir *Bulletin de la Société d'agriculture*, 1833 ; et Lenthéric, *Rapport sur le concours pour une nouvelle distribution des eaux de Saint-Clément à Montpellier*, 1837, pag. 22-23.

Cette prodigieuse absence de pluie en automne et en hiver continua dans les premiers mois de 1839, sauf le mois d'avril, qui donna 40^{mm}. En été, la sécheresse fut portée à son comble et devint une véritable calamité. On le concevra facilement en remarquant que, du mois de juin 1838 au 26 septembre 1839, c'est-à-dire dans un intervalle de seize mois, le total de la pluie ne dépassa pas 270^{mm} (Castelnau), circonstance qui ne s'est présentée dans aucune autre période.

Le 26 septembre au soir, la pluie commença à tomber par un orage du sud-est ; elle dura jusqu'au 30, donna en quatre jours 47^{mm} et pénétra à 50 centimètres de profondeur dans les terres cultivées. En octobre, il y eut près de vingt jours pluvieux, ce qui dérangea beaucoup les vendanges et les semailles ; la quantité d'eau fut de 233^{mm} (Legrand). En novembre, elle fut 147 et en décembre 133 ; total de l'année 684, ou à peu près la moyenne.

Ainsi finit cette sécheresse qui avait tant fait crier au changement de climat. Dès le mois d'août, Dupin (*Bulletin* de 1839) avait expressément fait remarquer qu'on devait prévoir de fortes pluies pour la fin de l'année, sans quoi la persistance de la sécheresse eût été absolument sans exemple à Montpellier. Or les variations des saisons ne sont que des oscillations autour d'une certaine moyenne, et, après une suite d'années remarquables par la rareté des pluies, on est fondé à annoncer le retour d'une période humide.

M. Marié-Davy a inséré dans les *Bulletins* de la Société d'agriculture quelques tableaux mensuels d'observations faites à la Faculté des Sciences en 1846 et 1847 sur le thermomètre, le baromètre, l'hygromètre, les vents. Nous citerons aussi ses «*Considérations sur le climat de Montpellier*» (1851), où il reprend la thèse de la variation de ce climat, mais sans apporter aucun argument nouveau.

Pour ce qui est de la température, il compare les mesures thermométriques de Badon, de Mourgue et de la Statistique ; seulement, au lieu d'opérer sur les observations mêmes, il leur substitue la température moyenne, qui est, dit-il, la moyenne entre le maxi-

mum et le minimum observés chaque jour. Or, à cette époque, où l'on n'avait pas de thermomètre à maxima et minima, la température moyenne ne peut être que la moyenne d'observations faites le matin et le soir, à des heures arbitraires, quelquefois non désignées et variables suivant l'observateur. Il n'y a donc rien à tirer de la comparaison de ces prétendues températures moyennes.

Quant à la pluie, cette assertion que «notre climat va se desséchant chaque jour» n'est appuyée que sur la comparaison des observations de Poitevin avec celles de Castelnau, dont la moyenne est, en effet, bien inférieure. Mais les nombres de Castelnau doivent être au-dessous de la réalité, parce qu'il se servait d'un instrument insuffisant et ne pouvait mesurer les très petites quantités d'eau. En outre, dans cette période 1835-1850, il s'est rencontré une sécheresse extraordinaire; et les observations postérieures ont donné un résultat tout différent, supérieur même à la moyenne de Poitevin.

Dans le travail de M. Marié se trouvent réunies en tableaux les quantités de pluie mesurées à Montpellier depuis 1767. Malheureusement, beaucoup d'erreurs s'y sont glissées, surtout dans les observations faites à l'époque du calendrier républicain. Les mois républicains ont été confondus avec les mois grégoriens. De plus, pour éviter de recalculer le total de l'année, il a reporté les mois de vendémiaire, brumaire et frimaire à la fin de chaque année suivante, de sorte que dans le tableau VIII (1796-1802) ces trois mois n'ont pas le moindre rapport avec la réalité, pas plus que le total de l'année.

Enfin, en reproduisant les observations de pluie (1806-1817) de la Statistique, non seulement M. Marié n'a pas remarqué que les sept premières années étaient empruntées aux Poitevin, mais il a pris une échelle inexacte dans la conversion des anciennes mesures en millimètres, $1^{\text{ligne}} = 1^{\text{mm}},92$, je ne sais pourquoi, au lieu de $1^{\text{ligne}} = 2^{\text{mm}},256$, et divisé par 10 pour prendre la moyenne de 12 ans. Ses nombres sont donc à la fois inexacts et discordants. Puis, s'étant aperçu que les quantités annuelles de pluie étaient trop faibles, il propose de les multiplier par 1,15, «afin de les rendre

plus comparables aux nombres obtenus par Poitevin»[1]. Ces négligences de l'auteur, dues à la précipitation avec laquelle il rédigea sa thèse, sont d'autant plus regrettables que ses tableaux ont servi de base à plusieurs travaux, estimables d'ailleurs, publiés depuis lors. Aussi ne saurait-on trop s'astreindre dans les recherches de ce genre à remonter aux sources originales : même avec cette précaution les erreurs sont difficiles à éviter.

Dans sa *Clinique médicale*[2], le Dr Rodrigues a consacré au climat de Montpellier un chapitre important qui contient, outre ses propres observations, un résumé très développé des travaux antérieurs sur le même sujet. Ses éphémérides embrassent les douze années 1840-1851 et contiennent des indications sur les principaux phénomènes météorologiques survenus dans cette période, même sur ceux qui n'ont pas de relation directe avec les faits médicaux.

Relativement à la température, H. Rodrigues a reproduit deux tableaux empruntés à M. Marié et résumant 15 années de Badon (1757-1771) et 14 années de Mourgue (1772-1785). Nous avons dit plus haut pourquoi ces tableaux sont sans valeur, les nombres qu'ils contiennent ne pouvant être considérés comme représentant la température moyenne.— Un troisième tableau résume les observations de Méjan (1794-1805) ; il a été construit avec l'ouvrage de Murat, mais il y aurait à vérifier si le passage du calendrier républicain au calendrier grégorien a été fait avec le soin convenable. — Le quatrième tableau a été composé avec les éléments donnés dans la *Statistique*, résumant, comme je l'ai dit, les observations de Méjan (1806-1817).

Le cinquième tableau est plus important, puisqu'il contient les observations de l'auteur lui même. Elles ont été faites dans le

[1] La vraie correction relative à la valeur exacte de la ligne serait 1,175.

[2] *Clinique médicale de Montpellier*, par le docteur Hubert Rodrigues, agrégé de la Faculté de médecine, 1855. — Cet ouvrage est divisé en quatre chapitres traitant : de la clinique, des constitutions médicales en général, de la constitution médicale des années 1840-1851 ; du climat de Montpellier. Il est suivi d'une esquisse de l'histoire de Montpellier et d'une statistique de la population.

jardin de l'hôtel Joubert, rue du Trésorier de la Bourse, n° 4, au centre de la ville.

Les températures extrêmes qu'il a constatées sont 39° le 3 juillet 1847 et le 15 juillet 1849 et — 9°,1 le 25 décembre 1849. La température moyenne est 13°.

Pour le baromètre, les hauteurs du mercure ne paraissent pas avoir été corrigées de la température ; même réduites à zéro, elles semblent trop fortes de près d'un millimètre. La plus grande hauteur barométrique observée par Rodrigues est 778 le 30 mars 1841, par un temps serein et le vent S. S. E. La plus petite hauteur est 724 le 25 novembre 1843, à 5 h. du matin, le ciel étant couvert et par une violente tempête.

Passant à la pluie, l'auteur reproduit les anciennes observations de Romieu, J. Poitevin, Poitevin fils et Méjan, de 1766 à 1817, et donne les quantités mensuelles d'eau et le nombre annuel de jours pluvieux. Cette compilation serait précieuse, si Rodrigues en avait emprunté les éléments aux documents originaux, ce que malheureusement il n'a pas fait. Ainsi il dit que les interruptions qui ont eu lieu de 1792 à 1795 dans les observations de Poitevin «ont été remplies par Méjan», mais il n'explique pas d'où il a tiré ces observations de Méjan, lequel, d'après Poitevin (pag. XIV) n'aurait commencé à observer qu'en l'an II. En second lieu, les chiffres de la période 1795-1802 sont empruntés à M. Marié et et par conséquent fautifs. Il en est de même pour le tableau de 1806-1817, résumant les observations de la *Statistique* et où nous avons déjà vu que la conversion en mesures décimales est inexacte.

Quant au tableau de 1835-1851, c'est celui de Castelnau, emprunté à M. Marié et complété par Rodrigues pour 1850 et 1851. Voici ce que l'auteur en dit lui-même : «Ces résultats méritent d'autant plus de confiance qu'ils ont été formés par la réunion des moyennes de mes expériences propres, exécutées dans un jardin situé au centre de la ville, avec les moyennes trouvées par M. Castelnau dans le jardin de sa maison, sur le boulevard de la Banque, et avec celles de M. Albenque prises à l'Ecole de Pharmacie».

Voici, d'après H. Rodrigues, la pluie des deux années 1850 et 1851. On remarquera qu'elle ne s'accorde pas avec Castelnau pour les mois communs.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Total	Jours pluv.
1850	42	20	0	30	50	30	2	20	25	36	18	26	299	43
1851	116	91	85	97	98	32	37	25	11	105	135	52	884	48

La plus grande quantité annuelle d'eau a été 1053^{mm} en 1844, la plus faible 299^{mm} en 1850.

Les mois d'octobre, septembre, novembre et décembre ont donné le maximum de pluie; les mois d'août et juillet, le minimum. — Le nombre des orages a été d'environ 10 par an. — Il a compté 48 jours de vent fort, 52 jours pluvieux par année.

Bien que l'ouvrage de H. Rodrigues laisse beaucoup à désirer à raison du peu d'exactitude des résultats numériques qu'il y a reproduits, on doit regretter que son exemple n'ait pas été suivi. Tel qu'il est, il renferme des renseignements importants. Contentons-nous de citer sa description de l'éclipse totale de 1842, de la trombe de Cette de 1844, et ses études sur les épidémies de grippe en 1831, 1837, 1847, de choléra en 1835, 1849, de suette en 1851, etc.

La connaissance du climat est une introduction indispensable à la clinique, et l'étude des constitutions médicales suppose celle des variations atmosphériques correspondantes. Mais il ne suffit pas pour cela de simples aperçus fondés sur des observations passagères. Si nous avions pour chaque année des éphémérides médicales analogues à celles de Rodrigues, reposant sur des observations, non pas minutieuses, mais régulières, et dues à l'auteur lui-même, notre climatologie serait bien plus avancée et la médecine en profiterait tout autant. Il est regrettable que la seconde moitié de ce siècle ne nous fournisse sous ce rapport que des données insuffisantes.

On doit pourtant à M. Camille Saintpierre un *Essai historique et médical sur les constitutions propres au climat de Montpellier*, 1859 (*Montpellier médical*, tom. II). Il y a résumé tous

les écrits relatifs à ce sujet publiés jusqu'en 1859. La première série s'étend de 1792 à 1797 d'après les cliniques de Baumes, Fouquet et Roucher. La deuxième comprend les années 1802-1817, d'après les Ephémérides de Méjan, le livre de Murat et les thèses des chefs de clinique de Saint-Eloi. La troisième renferme les années 1819, 1820, 1825, 1827, 1828, 1833, 1834, d'après des notices de Meyranx, Fuster, Galet et Dupré. Enfin pour la quatrième série de 1840 à 1851 et au delà, outre le livre d'Hubert Rodrigues, on a les thèses ou mémoires de Vailhé, Barre, Bourely, Bordes-Pagès, Guilland, F. Cazalis, Dupré, Brousse, Quissac, Ressiguier, Fuster, Girbal, Garimond, Courty (1862), Dumas (1854-1868), Espagne... On peut voir encore dans la *Revue thérapeutique du Midi* (1854-1855) des comptes rendus sur le choléra de 1854 à Montpellier et à Murviel. Nous devons signaler aussi une intéressante notice de M. C. Saintpierre, à laquelle nous devons la connaissance de plusieurs des documents que nous avons mentionnés, intitulée : *Revue historique et critique des Documents relatifs à la Climatologie de Montpellier*, avec une bibliographie. 1868 (*Montpellier médical*, tom. XX). Ce météorologiste a fait de 1857 à 1860 des observations ozonométriques dans la maison Villaret, cours des Casernes, n° 26. Il a publié dans le *Montpellier médical* des recherches médicales sur l'ozone et des notes sur la chaleur de juillet 1859 et les froids de décembre de la même année. Avec M. Pécholier il a publié, en 1864, des études sur l'hygiène de quelques professions spéciales à notre pays.

Nous avons fait remarquer précédemment que beaucoup d'anciennes observations n'ont pu être utilisées. De là résultait la nécessité de publier immédiatement un petit nombre de bonnes observations complètes, avec les moyennes et les résumés annuels ; et, en outre, un tableau succinct du temps dans ses rapports avec l'agriculture et la médecine, comme l'avait compris Badon, imité par Méjan et quelques autres. C'est dans ce but que nous avons organisé et publié les observations météorologiques de la Faculté des Sciences. Elles embrassent la période de dix ans 1857-1866 et ont même été continuées en 1867 pour ce qui concerne les

températures maxima et minima et l'état du ciel. Elles ont été publiées *in extenso* dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier* et analysées dans les *Bulletins de la Société d'Agriculture de l'Hérault*. En outre de ces résumés annuels, j'ai inséré le *Résumé général* dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault* (années 1873 et 1874). L'altitude du baromètre était de 58 mètres et celle du pluviomètre de 63 mètres. J'ai fait moi-même des observations comparatives au jardin rue de la Merci, 6, sous le Peyrou (altitude 42 mètres environ) de 1855 à 1861, puis rue Basse, 6 (altitude 53 mètres environ).

Il a été fait à l'Ecole normale d'instituteurs de Montpellier, faubourg Boutonnet (altitude 30 mètres), sous la direction de M. Jullian, des observations udométriques à partir de 1860. Depuis 1865, ces observations comprennent de plus le baromètre, le thermomètre, l'état du ciel. Elles ont même été trihoraires de jour et de nuit en 1866 et 1867, à la demande de l'Observatoire de Paris. Nous les avons utilisées dans nos Résumés.

En 1852, M. Martins avait installé au Jardin des Plantes un ensemble d'observations, principalement pour la pluie et les températures extrêmes de chaque jour. Elles ont donné lieu à diverses publications de ce savant, insérées dans les *Bulletins de la Société d'Agriculture*, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, dans les *Mémoires de l'Académie de Montpellier*. M. Martins a résumé ses observations relatives à la pluie dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault* (année 1874) et celles relatives à la température dans le tome IX des *Mémoires de la section des Sciences de l'Académie*. Les 26 ans de durée de cette série lui donnent une importance capitale pour la climatologie de notre région. Nous avons comparé ces observations à celles de la Faculté et de l'Ecole normale dans notre Résumé général.

Enfin la Commission météorologique de l'Hérault a dans ces dernières années organisé des observations sur divers points, par les soins de M. Crova, professeur de physique à la Faculté des Sciences, et les a publiées dans ses *Bulletins*. Telles sont celles des stations de la gare de Palavas, de la Citadelle et surtout de l'Ecole

d'Agriculture de Montpellier [1]. Espérons que ces observations ne seront pas inutiles et qu'elles se prolongeront avec assez d'ensemble pour fournir à nos successeurs d'utiles matériaux.

L'étude de notre climat serait incomplète, si on l'isolait des climats environnants. Nous avons cité les observations faites à Béziers sous l'inspiration de Mairan dans la première moitié du XVIIIe siècle, et particulièrement celles d'Andoque, qui a émis sur les tempêtes et les tourbillons des idées nouvelles (*Histoire de l'Académie*, 1727). Nous avons encore les observations de Baux et Benjamin Valz, faites à Nîmes de 1743 à 1825 et résumées dans la *Statistique du Gard*, et celles de l'Observatoire de Marseille, qui appartient aussi à notre région climatologique. Comme observations plus récentes, nous avons celles de M. Doûmet-Adanson à Cette [1], de M. Crouzat à Béziers, et du Dr Fines à Perpignan; ces dernières ont été publiées dans des comptes-rendus annuels. Mais ce sont surtout les observations faites dans les Cévennes qu'il est important de comparer avec les nôtres, et nous avons pour cette région des documents intéressants.

Ainsi de Cabiron observait à la Vallée française (Saint-Etienne de Valfrancesque), village de la Lozère, un peu au-dessus de Saint-Jean-du-Gard, à 65 kilomètres de Montpellier, tout à fait dans la région montagneuse. Les quantités annuelles de pluie y ont été (Poitevin, pag. 116).

1777	1475mm
1778	1227
1779	1360
1780	1325
1781	1266
1782	872
1783	1772
Moyenne	1328

[1] Ces dernières sont aujourd'hui continuées sous la direction de M. le Professeur Houdaille. A. R.

Bulletin météorologique de l'Hérault, années 1874 et 1876.

Mouret, à Saint-Jean du Bruel, a trouvé pour moyenne annuelle 1387^{mm}.

On voit par ces chiffres quelle est l'influence des montagnes.

En dehors de cette influence et en des points très voisins de Montpellier, la différence des quantités de pluie est également très notable. Ainsi, à Cette, 17 années de M. Doumet (1854-1870) donnent pour moyenne annuelle 703^{mm}: le maximum est 1131, le minimum 426. A Béziers, la moyenne annuelle ne dépasse pas 610^{mm}, tandis qu'à Montpellier nous l'estimons à 800 environ.

Revenant aux recherches sur le climat des Cévennes méridionales, nous mentionnerons Angliviel, qui a observé dans la profonde vallée de Valleraugue, sur les bords de l'Hérault, au pied des escarpements de l'Aigoual. Mais de tous les observateurs celui qui a le plus fait pour la climatologie de cette région est le baron d'Hombres-Firmas, qui, à partir de 1802 et pendant plus d'un demi-siècle, a observé à Saint-Hippolyte-de-Caton, près d'Alais, au bord du Gardon, sur le versant oriental de l'Aigoual. C'est un disciple de Ramond, le célèbre préfet de Clermont, dont les recherches sur le baromètre sont classiques, mais qui n'a pas moins servi les diverses branches de la météorologie par les faits de tout genre qu'il a recueillis dans les Pyrénées et le Puy-de-Dôme. Grâce à ses relations avec cet habile physicien, d'Hombres-Firmas put se procurer des instruments bien vérifiés. Comme il avait le goût inné de l'observation et les moyens de s'y livrer sans empêchement, il consacra son temps à l'étude des phénomènes de l'atmosphère, principalement dans leur rapport avec l'agronomie. Il eut le mérite d'observer sans idée préconçue, de se soustraire à l'influence des systèmes de Toaldo et autres, sans cependant rejeter de parti-pris aucune théorie. Il a publié un résumé de ses observations [1], et inséré un grand nombre de notes dans les *Mémoires de l'Académie de Nîmes*, des Sociétés d'agriculture du Gard et de l'Hérault, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, dont il était correspondant. Le *Recueil des Bulletins*

[1] *Recueil de mémoires et d'observations de physique, de météorologie, d'agriculture et d'histoire naturelle*, 1838.

de notre Société libre contient deux notes de lui. La première, en commun avec le Dr Pagès (tom. III, pag. 52), est une Relation de la chute de deux aérolithes aux environs d'Alais le 15 mars 1806 ; la seconde (tom. IV, pag. 277) a pour objet la détermination par le baromètre de la hauteur d'Alais au-dessus du niveau de la mer.

A la suite de son *Résumé d'une étude critique sur la grêle*, M. Viguier, dans une intéressante note sur les Cévennes méridionales et sur quelques anciens observateurs de cette région, en a décrit le climat singulier, qui subit à la fois l'influence de l'Océan et de la Méditerranée. La ligne de partage des eaux y sépare deux bassins et en même temps deux climats bien caractérisés par le ciel et la végétation.

Si de la promenade du Peyrou on regarde le Nord, on aperçoit à l'horizon les sommets des hautes Cévennes, parmi lesquels le mont Lozère à 90 kilomètres de Montpellier. Entre le Pic Saint-Loup et l'Ortus on voit les montagnes du Gard. A l'ouest du Saint-Loup, sont les Cévennes de l'Aveyron, d'où se détache la chaîne de la Seranne, le long de laquelle coule l'Hérault à partir de Ganges jusqu'à Saint-Guilhem. A la limite de l'horizon, à une distance de 69 kilomètres, à gauche et tout à côté du Saint-Loup, est le massif de l'Aigoual (altitude 1567 mètres), qui apparaît nettement lorsqu'il est couvert de neige ; et cette neige s'y conserve parfois jusqu'à l'été ; en 1879, elle a persisté jusqu'au 19 juillet, et il en est tombé de nouveau le 24 septembre. C'est sur cette montagne, la plus élevée de nos Cévennes méridionales, que l'Hérault prend sa source et s'écoule par la vallée de Valleraugue. Mais les eaux des versants ouest et nord de l'Aigoual forment des affluents du Tarn et aboutissent finalement à l'Océan. Telle est la région que M. Viguier a étudiée au point de vue de l'orographie et des phénomènes météorologiques qui en dérivent. Il a été ainsi conduit à proposer l'établissement de stations sur l'un des plateaux qui se rattachent à l'Aigoual, ou même sur les montagnes de l'Espérou, du Suquet, du Lengas ou de la Luzette, et mieux encore d'un observatoire régional à la tour de Cassini près de l'*Hort de Diou*,

sur le versant méridional et presque au sommet de l'Aigoual [1]. C'est un point commun aux deux bassins de la Méditerranée et de l'Océan, et l'on y pourrait étudier avec fruit ces courants atmosphériques allant de l'une à l'autre mer, et qui, toujours en lutte, prédominent alternativement l'un sur l'autre.

. . . .

APPENDICE

LE RÉGIME DES VENTS A MONTPELLIER.

Le vent est le régulateur des climats. Si l'action du soleil ne changeait pas avec la latitude, la température de l'air ne dépendrait que de la hauteur au-dessus de la surface de la terre, et il pourrait s'établir dans l'atmosphère un équilibre de pression et de température. Mais le soleil agit inégalement sur les divers points de la surface terrestre, et la différence de température qui en résulte rend l'équilibre impossible. Telle est l'origine de ces déplacements d'air qui transportent d'un lieu à l'autre de la chaleur ou du froid, et en même temps de l'humidité dont la condensation ou l'évaporation est elle-même une source de chaleur ou de froid. Si la terre était immobile, ces mouvements atmosphériques s'effectueraient uniquement du pôle vers l'équateur ou de l'équateur vers les pôles. Mais la rotation de la terre vient troubler cette direction : à certaines latitudes elle produit les vents alizés; partout ailleurs, son influence, pour être plus irrégulière, n'en est pas moins sensible.

[1] Depuis l'époque où ces lignes ont été écrites, le vœu de M. Viguier a été réalisé, même avant sa mort. Une station météorologique a été établie au sommet de l'Aigoual, où s'élève aujourd'hui un grand observatoire, confié à la direction de l'Administration forestière. A. R.

Ajoutez enfin les actions locales dues aux inégalités du sol et de la mer, la présence des montagnes qui arrêtent certains vents ou les dévient, la nature du terrain qui les échauffe, les refroidit ou les dessèche, le voisinage des eaux qui les sature de vapeurs, les courants marins et les glaces polaires qui leur communiquent leur propre température, etc. Tous ces éléments jouent leur rôle dans les grands mouvements atmosphériques, dont la chaleur solaire et la rotation du globe sont les premiers moteurs ; ils contribuent surtout à produire les anomalies caractéristiques des climats. Et c'est pour cela que le régime des vents pour un lieu en constitue presque toute la climatologie. Chaque localité a ses vents dominants ; et ces vents eux-mêmes changent de caractère d'un lieu à l'autre.

Les vents les plus fréquents à Montpellier sont les vents soufflant du nord, tels que N. N. E., N., N. N. O., N. O. et O. N. O. Ils sont secs, et assurent la sérénité du ciel. Plus généralement, on peut dire que la direction S. O. — N. E. est la ligne de démarcation des vents secs et des vents humides.

I. Le N. (tramontane), ordinairement impétueux, souffle par rafales. Il produit en hiver une bise très piquante. En été, il est sec et brûlant, dessèche les blés et fane les plantes ; il dure généralement plusieurs jours de suite.

II. Le N. N. E. (bise ou tramontane basse, aghiélas) diffère peu du précédent. Il est aussi très sec, quelquefois très fort, mais ne reste pas violent plus de trois jours. C'est avec ce vent qu'ont lieu les sécheresses extrêmes. Nous avons observé plusieurs fois, par ce vent-là, un état hygrométrique de 0,16 seulement.

Le caractère commun de ces deux vents tient à ce qu'ils nous arrivent après avoir passé sur les montagnes de la Haute-Loire et de la Lozère, où ils se dessèchent et se refroidissent en hiver. En été, au contraire, ils se réchauffent au contact de ces montagnes, dont le sol dénudé est brûlé par le soleil.

III. Le N. N. O. est plus rare que les précédents, et moins froid en hiver. Il ressemble plutôt au N. O.

IV. Le N. O. (magistral) correspond au mistral de la Provence, mais ici il est moins violent que la tramontane. Quand il n'est pas trop fort, c'est un zéphir frais et agréable. Dans l'été, il vient tempérer les chaleurs excessives, donne du ton à l'organisme affaibli par le marin ; enfin il est salubre parce qu'il chasse vers la mer les émanations des étangs. Lorsque le N. O. succède aux vents d'Est ou du Sud et ramène le beau temps, il est alors très fort.

V. L'O. N. O. répond à peu près au vent connu dans le Narbonnais sous le nom de vent de *Cers*, lequel oscille entre l'O. N. O. et l'O. et balaie le Languedoc de Toulouse à la Méditerranée. C'est le plus violent des vents d'ouest, il souffle parfois en ouragan. Ordinairement froid et sec, il modère la chaleur en été, garantit la sérénité du ciel et la salubrité de l'air. Il est moins fréquent ici qu'à Narbonne, parce que souvent il va se perdre dans la Méditerranée. Mais quand il nous arrive, il est quelquefois persistant.

VI. L'O. pur, beaucoup plus rare, est doux en hiver.

VII. L'O. S. O. (narbonnais) vient des Pyrénées. C'est un vent modéré, assez rare, qui annonce ordinairement un changement de temps vers le couvert.

VIII. Le S. O. (labech) est rarement permanent; c'est plutôt un vent local, une brise de mer qui ne s'étend pas fort au loin dans les terres et ne dure guère une journée entière, mais peut se reproduire à la même heure plusieurs jours de suite. Il est naturellement un peu humide ; il marque du côté de l'Ouest la transition des vents secs au vent de mer.

IX. Le S. S. O. (garbin, de l'arabe *garb*, couchant) est souvent confondu avec le précédent. C'est encore une brise périodique qui se lève pendant l'été vers neuf ou dix heures du matin, a son maximum vers deux heures et cesse vers cinq heures. Il tempère agréablement la chaleur et rend les après-midi supportables. Quand le S. S. O. se maintient, au lieu de suivre le cours du soleil, il indique l'approche d'un temps pluvieux ou couvert, et le vent revient au S.

X. Le N. E., du côté opposé, forme aussi le passage de la sécheresse à l'humidité. Dès que le vent partant du N. N. E. vient à dépasser le N. E., l'hygromètre marche immédiatement vers l'humide; l'intervalle du N. E. au S. O. comprend donc les vents plus ou moins pluvieux, dits *marins*.

Le N. E., grec (pluie au bec, dit le proverbe), est, avec le S.E., le plus fréquent des vents d'Est. Il n'est pas nécessairement accompagné de pluie, quoique un peu humide.

XI. L'E.N.E. diffère peu du précédent, il porte aussi le nom de grec, et est humide.

XII. L'E. ou levant. Le vent de N.E. passe par l'E. avant d'arriver au marin proprement dit. Lorsque l'E. souffle en automne avec violence, il apporte du Rhône et des marais d'Aigues-Mortes des moucherons en grande quantité.

XIII. L'E.S.E., le plus violent des vents d'Est, renverse les cheminées, aidé par l'humidité. Il est chaud, lourd et pesant et correspond à peu près au vent d'autan de Toulouse.

XIV. Le S. E. marin est chaud en hiver. En été, il produit les effets du *Siroco* de Naples : il relâche les fibres, énerve le corps et ôte l'appétit. Il est surtout pénible dans les chaleurs humides, à la fin d'août. C'est aussi le vent des longues pluies, des fortes averses. Si le temps reste longtemps pluvieux, le vent oscille entre l'E. et le S.E.

XV. Le S. S. E. marin blanc est plus rare ; il diffère peu du précédent. Par les chaleurs il peut avoir pour effet de dessécher les plantes, les récoltes.

XVI. Le S. marin offre les mêmes caractères que le S. E., mais généralement il dure peu. Le temps passe alors au beau, et le vent marin est remplacé par le N. O.

Ainsi se réalise la *rotation des vents*, signalée par Poitevin, en vertu de laquelle les vents de N. ou N.E., s'ils durent quelque temps, ne tendent pas à revenir au N.O., mais bien à passer à l'E. et de là au marin. Le mauvais temps persiste tant que règnent les vents entre E. et S., jusqu'à ce qu'enfin le vent saute brusquement au

N. O.; ou bien, ce qui est plus rare, il y arrive peu à peu par le S. O. et l'O. Avec le magistral, le ciel redevient serein, le baromètre remonte et la température s'abaisse un peu.

Une rotation des vents analogue peut s'opérer dans une journée, et se reproduire quelquefois plusieurs jours de suite : on dit alors que *le vent suit le soleil*. Le vent soufflant du N. le matin tourne à l'E. dans l'après-midi et revient le soir à l'O., ayant passé par le S. Ces passages plus ou moins brusques d'un vent à l'autre déterminent un changement correspondant dans la température. Les variations subites qui en résultent rejaillissent sur la santé; elles sont quelquefois très considérables à la suite d'un orage d'été ou du passage inattendu d'un marin lourd et chaud au N. O. impétueux et sec. Dans une semaine, quelquefois dans un seul jour, on peut ainsi subir les intempéries des saisons les plus opposées.

Les médecins ont signalé l'influence fâcheuse du N. O. sur les malades atteints de maladies de poitrine, de fièvres aiguës, ophtalmies, etc. En général, les vents secs du N. produisent ou aggravent les affections catarrhales. Fouquet, Méjan et d'autres praticiens ont également remarqué que les attaques apoplectiques coïncident fréquemment avec des changements subits du temps ou avec certains vents tels que l'E. S. E. et l'O. N. O. Cela pourrait tenir à ce que le premier de ces vents correspond souvent à un abaissement excessif de la pression atmosphérique, et le second à la réaction qui accompagne le relèvement subit du baromètre.

Les variations du temps étant ainsi liées au changement de direction du vent, on voit de quelle importance il est de saisir les premiers indices de changement, et pour cela d'observer de préférence à la girouette *la direction des nuages*; car les courants supérieurs de l'atmosphère sont affectés *les premiers*, et bien avant la surface du sol ; or, la marche de ces courants supérieurs nous est révélée par la marche des cirrhus, qui sont des nuages particulièrement formés de fines aiguilles de glace. Les cirrhus très élevés (plusieurs lieues) précèdent de quelques jours l'approche d'une tempête ; puis ils s'abaissent progressivement.

Examinons actuellement comment le caractère des divers vents

que nous venons d'énumérer dépend de la situation topographique de Montpellier. Dans notre climat, les vents d'est sont aussi fréquents que les vents d'ouest, mais les vents du nord l'emportent de beaucoup sur les vents du sud ; en particulier, les vents N. et O. soufflent plus de la moitié de l'année, de sorte que l'on peut considérer le N. O. comme le vent dominant. C'est aussi le vent dominant dans le pays Toulousain, mais, tandis qu'il y apporte la pluie, il n'arrive chez nous que desséché, ayant déposé son humidité en traversant la chaîne qui nous sépare du bassin de l'Atlantique. Quant aux nuages qui arrivent chargés encore de vapeurs, ils ne nous donnent pas davantage de pluie. Après avoir franchi la ceinture montagneuse qui de l'O. au N. limite ce bassin, en arrivant au-dessus de la plaine chaude et sèche qui forme le versant méditerranéen, ces nuages s'évaporent immédiatement : du haut des plateaux élevés on voit en effet ces nuages se dissoudre presque tout à coup en pénétrant dans un air plus chaud, ou bien disparaître au loin, entraînés hors de notre région par le vent d'O. ou de N.

Nous avons cependant des pluies originaires de l'Océan. Les courants qui ont abordé l'Europe par le golfe de Gascogne, devenus orageux en passant par les Pyrénées, traversent parfois notre département avec une vitesse de 10 à 15 lieues à l'heure. Le nombre annuel des orages proprement dits ne dépasse guère 12 à Montpellier; la plupart viennent du N.O., de l'O. ou du S.O.; quelques-uns, il est vrai, arrivent de la Méditerranée poussés par le vent de S.E.; mais la majeure partie entrent dans le département par l'ouest et en sortent par l'est, poursuivant leur route jusqu'à ce qu'ils aient épuisé leur vitesse et déposé toute leur eau. En particulier, les orages de grêle viennent habituellement du S.O., c'est-à-dire des Pyrénées françaises ou espagnoles.

Lorsque le vent souffle depuis quelque temps de la région de l'Est, on voit les nuages s'élever de la mer, envahir peu à peu l'atmosphère, se dirigeant au N.O., s'accumuler vers les montagnes, au point de nous cacher même le Saint-Loup. Alors se produisent dans les Cévennes ces pluies abondantes qui alimentent les sources de nombreuses rivières, qui dans certaines localités atteignent quel-

quefois un maximum annuel de 2 mètres à 3 mètres, et auxquelles sont dues les crues extraordinaires de la Dourbie et de l'Hérault. De même que les vents d'O. et de N. nous arrivent desséchés, les vents de S. et S. E. traversant les montagnes s'y dessèchent en grande partie, et, en pénétrant dans la Lozère, ils ont perdu leur humidité. Mais la région des plateaux élevés des Cévennes est arrosée à la fois par l'Océan et la Méditerranée ; les orages y ont aussi cette double origine et n'affectent pas comme ici une direction prédominante.

La nature et la marche des nuages ne sont pas les seuls indices des changements de temps ; le mouvement de la colonne barométrique les fait prévoir bien plus sûrement. Tant que règne le beau temps, le baromètre se tient un peu au-dessus de l'élévation moyenne correspondante à la saison, et le vent oscille de l'O.N.O. au N. N. E. A l'approche d'une bourrasque, le baromètre commence à baisser, le vent atteint et dépasse le N. E., et l'hygromètre marche sensiblement vers l'humide. Si la bourrasque a peu d'intensité ou si elle est à une grande distance, le vent reste faible et souffle quelques jours du grec ou du marin ; mais après quelques ondées, il passe au N. O., le thermomètre baisse un peu, et le beau temps se rétablit. C'est ainsi que dans les périodes de sécheresse, au moment où l'arrivée du marin permet enfin d'espérer la pluie, le retour subit des vents d'ouest secs et violents vient tromper l'attente des agriculteurs et enlever au sol le peu d'humidité qu'il avait reçu.

Si au contraire nous nous trouvons sur la route d'une dépression importante venant de la Méditerranée, le vent de N. E. à E. augmente progressivement, passe au S.E. ou oscille entre ces directions, et les nuages accumulés se résolvent en pluie. Le vent se calme tout à coup, lorsque le centre de la bourrasque approche ; au moment de son passage, le baromètre, qui n'a cessé de baisser, atteint son minimum ; la pluie continue toujours. Bientôt après, le vent tourne du côté de l'ouest, l'abaissement de température déterminant une nouvelle condensation de vapeurs produit des averses abondantes ; alors le baromètre remonte rapidement, et un vent impétueux de N. O. repousse au loin tous les nuages.

NOTES

NOTE I.

Observations de l'Abbé Picard.

Le motif et quelques-uns des résultats du voyage de l'Abbé Picard dans le Bas-Languedoc sont exposés dans l'*Histoire de l'Académie royale des Sciences de Paris*, 1666-1686, tom. I, Paris, 1733 (pag. 181-182). — Le mémoire de Picard se trouve dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris*, 1666-1699, tom. VII, partie I, Paris, 1729. Il a pour titre: *Observations astronomiques faites en divers endroits du royaume* (en 1672, 1673, 1674), par M. Picard, de l'Académie royale des Sciences. Il s'étend de la page 329 à la page 349 du volume, mais la partie qui nous intéresse, et qui est intitulée: *Observations faites au Bas-Languedoc*, va de la page 333 à la page 345. Le titre intérieur de ce volume est : *Observations faites en plusieurs voyages par ordre de Sa Majesté pour perfectionner l'astronomie et la géographie, avec divers traitez astronomiques*, par Messieurs de l'Académie royale des Sciences et par leurs correspondants. Partie I. Sur le dos on lit le titre inexact: *Histoire de l'Académie*, tom. IX, 1666-1699. — L'exemplaire in-4° relié de ces deux volumes, qui est à la Bibliothèque de la ville de Montpellier, a appartenu à la Société royale des Sciences, dont il porte le nom en lettres d'or sur la couverture.

Les Tables Rudolphines annonçaient que Mercure devait passer devant le soleil le 6 mai 1674 [1] depuis environ 6 heures du matin

[1] *L'Histoire de la Société royale des Sciences de Montpellier*, tom. I. Lyon, 1766, pag. 4, contient la phrase suivante : « On lit dans l'Histoire de l'Académie royale des Sciences que les Tables Rudolphines ayant annoncé pour le 3 mai 1674 un passage de Mercure sur le disque du soleil.... »

Cette erreur de l'historien provient sans doute de ce qu'il a confondu le passage du 6 mai 1674 avec celui du 3 mai 1661, qui est rappelé dans la phrase précédente par l'Histoire de l'Académie de Paris et par le mémoire de Picard.

Malheureusement, elle a été reproduite par le baron de Zach dans son Mémoire

jusqu'à 11 heures 1/2 avant midi. Mais, en ayant égard à l'observation du passage de Mercure du 3 mai 1661 par Hevelius, l'Académie des Sciences de Paris pensait que la conjonction de Mercure avec le soleil n'aurait lieu que dans la nuit du 6 au 7 mai et par conséquent serait invisible. A cause de l'incertitude que présentaient les calculs des mouvements de cette planète, l'Académie tenait à trancher la question par l'observation du phénomène. Craignant qu'à Paris des nuages ne permissent pas de savoir si le passage aurait lieu ou non, et pour avoir un ciel ordinairement serein, l'Académie pria l'un de ses membres, l'Abbé Picard, de se transporter dans le Bas-Languedoc.

Ce savant astronome arriva à Montpellier vers la fin d'avril, ayant fait porter son quart de cercle de 3 pieds de rayon, une grande horloge à pendule et deux excellentes lunettes (son ancienne lunette de 14 pieds et une nouvelle de 20 pieds). Il commença ses observations le 3 mai. Mais il ne vit pas Mercure passer sur le soleil, pas plus que Cassini et Rœmer, qui observèrent en même temps à Paris avec un ciel assez favorable. La conjonction dut se faire de nuit : ce fut donc la prédiction de l'Académie qui se réalisa, et non celle des Tables Rudolphines.

Picard utilisa son voyage en faisant les observations suivantes. Les premières qu'il effectua à Montpellier sont des 3, 5, 6, 9, 18, 22, 23 mai. Il alla ensuite à Cette. Il observa au cap de Cette, proche le nouveau môle, à 95 pieds au-dessus de la mer, sur une roche escarpée. Comme il fallait y ajouter environ 5 pieds pour la hauteur de l'instrument, la hauteur de l'œil était 100 pieds. Mais il la fit varier dans d'autres observations, jusqu'à 24, 16, 8 et 4 pieds. Ses observations à Cette sont des 26, 27, 28, 30, 31 mai.

Il fit porter son quart de cercle à Maguelone le 1er juin et y détermina la hauteur du pôle par l'observation de la hauteur méridienne du soleil comparée à sa valeur à Paris.

Il revint à Cette et y observa les 2, 3, 4, 7 juin.

sur la vraie position géographique de la ville de Montpellier (*Bulletin de la Société libre des Sciences et Belles-Lettres de Montpellier*, tom. IV, pag. 345. Montpellier, 1811), et elle s'est glissée sous le couvert de ces autorités dans la Notice d'Ed. Roche sur l'observatoire de l'ancienne Société des Sciences de Montpellier.

Dans l'Histoire céleste de Montpellier par Danyzy (annonce lue le 28 novembre 1811, *Société libre*, tom. V, pag. 155. Montpellier, 1813), nous trouvons ce qui suit: « On sait que ce passage annoncé pour le *seize* mai de cette année n'eut pas lieu ». Il a lu 16 au lieu de 6.

Il retourna enfin à Montpellier, où il observa les 11, 12, 13, 15 juin. Il alla ensuite à Lyon, où sa première observation est du 22 juin.

Picard détermina la hauteur du pôle à Montpellier par des observations comparatives de la hauteur méridienne du bord supérieur du soleil et de la hauteur méridienne d'Arcturus, faites à Montpellier et à l'observatoire de Paris les 18, 22, 23 mai, 11, 12, 13 juin. *Il en conclut que la différence de latitude des deux lieux était* 5° 13′ 20″, *et, adoptant pour Paris* 48° 50′ 10″, *il donna* 43° 36′ 50″ *pour la latitude de Montpellier.*

A Maguelone, il trouva le 1er juin 5° 19′ 40″ pour la différence des hauteurs méridiennes du soleil à Paris et à Maguelone, et par suite 43° 30′ 30″ pour la latitude de Maguelone.

A Cette, il observa comparativement avec Paris les 26, 27, 30 mai et 4 juin les hauteurs méridiennes du bord supérieur du soleil, d'Arcturus et de la Polaire. Il conclut 5° 26′ 30″ pour la différence de latitude avec Paris et par suite 43° 23′ 40″ pour la latitude de Cette.

Par des observations d'émersions de satellites de Jupiter faites à Cette le 7 juin et à Paris le même jour par Cassini, il trouva que la longitude de Cette par rapport à Paris est orientale et de 5m 30s en temps.

Le 15 juin, il trouva, par une émersion du premier satellite observée à Montpellier et à Paris, que la longitude de Montpellier, par rapport à Paris, est orientale de 6m 10s en temps.

Cette et Montpellier n'étant pas visibles l'une de l'autre, mais l'église de Maguelone étant vue de toutes deux, et à l'est de chacune, il visa Maguelone de Cette le 4 juin et de Montpellier le 15 juin, et il trouva que Maguelone est à l'est de Cette de 44 secondes et de Montpellier de 2 secondes en temps, ce qui fait une différence de 42 secondes au lieu de 40 entre Montpellier et Cette.

Ces diverses déterminations pouvaient être utiles pour corriger la carte de France.

Il mesura la déclinaison de l'aiguille aimantée et trouva qu'elle était, à Montpellier et à Cette, occidentale de 1° 10′.

Il constata que la longueur du pendule simple pour les secondes de temps moyen était toujours, à Cette, égale à celle qu'il avait établie à Paris 36p 8l 1/2.

« Je ne dois pas omettre, dit-il en terminant[1], qu'à Montpel-

[1] Il n'y a pas autre chose dans le mémoire de Picard, relativement à l'altitude de son observatoire de Montpellier, que la phrase que nous venons de citer textuel-

lier un baromètre commun bien vide d'air, et qui était en expérience depuis plus d'un an, n'avait jamais été plus haut que de 28 pouces et 1 ligne, ni moins que de 27 pouces et 1 ligne. Ce baromètre était placé environ à 26 toises au-dessus du niveau de la mer : au lieu que j'en ai un à l'Observatoire royal, qui, étant environ à 44 toises au-dessus de la mer, varie entre 27 pouces 10 lignes et 28 pouces 6 lignes ».

Enfin il fit à Cette de nombreuses observations relatives à la réfraction astronomique, et mesura en particulier les réfractions des bords supérieur et inférieur du soleil à son lever.

Des observations précédentes, celle qui a provoqué le plus de discussions et de recherches est la mesure de la latitude de Montpellier, parce que le baron de Zach, astronome de Gotha, en a repris la détermination pour la comparer avec celle de Picard et avec d'autres[1]. Cette comparaison présente un certain intérêt en ce qu'elle permet d'apprécier le degré de perfection atteint par les instruments astronomiques de ces diverses époques. D'où le soin que nous avons cru devoir mettre à fixer, autant que possible, la position de ces points d'observation (Notes II et IV).

Cette détermination fut faite à Montpellier par de Zach, en avril 1811, et a servi de base à son Mémoire sur la vraie position géographique de la ville de Montpellier (*Bulletins de la Société libre*, tom. IV pag. 387, 1811). Il y est revenu dans le tom. IV (pag. 209) de sa *Correspondance astronomique, géographique, hydrographique et statistique*, Gênes, chez Ponthenier, imprimeur fondeur, années 1818 et suivantes, que nous avons consultée

lement. Et pourtant Danyzy, dans l'annonce de son Histoire céleste, à laquelle nous venons de renvoyer, pag. 156, l'a transformée en cette autre qui a naturellement été reproduite dans la Notice sur l'Observatoire de Montpellier : « Ce laborieux observateur s'occupa aussi d'observer notre élévation au-dessus du niveau de la mer au moyen d'un excellent baromètre qu'il trouva sur les lieux, et il la fixa à 26 toises, déduction faite de la hauteur de son observatoire au-dessus du rez-de-chaussée » (reproduit aussi par Thomas, *Mém. de la Société archéologique*, tom. III, pag. 436-437).

[1] 1° Celles de Cassini, qui trouva pour la tour de la maison Plantade 43° 36′ 32″, d'où résultait 43° 36′ 23″,8 pour la tour de la Babote (Observatoire), qui est à 128 toises ou 8″,1 au sud de la maison Plantade;

2° Celles de de Ratte, qui trouva 43° 36′ 25″ à la Babote, d'où une discussion avec de Zach en des termes peu respectueux de la part de ce dernier (tom. I, pag. 246 de sa Correspondance ci-après citée).

à l'Observatoire de Paris, et qui contient une foule de renseignements et de réflexions, souvent assez ironiques, sur les astronomes de Montpellier. C'est à l'Observatoire de la Société royale (tour de la Babote) que Danyzy l'installa pour ces recherches (*Bulletin*, tom. IV, pag. 337). De Zach en déplore l'état de délabrement à la suite de la tourmente révolutionnaire (*Correspondance*, tom. IV, pag. 209 et suiv.). Il en fixa la latitude à 43° 36′ 15″,71.

Il se fit indiquer le point précis de l'observation de Picard, et le désigne dans des termes sur lesquels nous reviendrons (Note II). Il trouva, sur le plan de la ville, 336 toises ou 21″,3, pour la distance entre les parallèles de ce point et de la tour de la Babote, et il évalue par suite la latitude de ce point à 43° 36′ 15″,7 + 21″,3 = 43° 36′ 37″. C'est ce nombre qu'il se propose de comparer à la valeur 43° 36′ 50″ de Picard. *Il indique pour cela deux corrections nécessaires, résultant : l'une de la différence de la réfraction à Montpellier et à Paris, et l'autre d'une erreur sur la latitude de l'Observatoire de Paris.* « L'abbé Picard, dit-il, par des hauteurs méridiennes du soleil, prises simultanément le même jour à Montpellier et à l'Observatoire Royal de Paris, a trouvé que la différence des hauteurs dans ces deux lieux était de 5° 13′ 20″, mais il faut savoir que Picard n'a pas tenu compte de la différence des réfractions, ni de celle de la déclinaison du soleil, qui font 6 secondes à ôter de la latitude ; l'abbé avait aussi supposé que la latitude de l'Observatoire Royal de Paris était 48° 50′ 10″, telle qu'on l'avait déterminée alors, mais l'on sait aujourd'hui qu'elle est de 14″ [1] ; ce qui fait 4 secondes à ajouter; après avoir appliqué ces corrections [2], on trouvera la latitude de la maison dans laquelle Picard fit ses observations à Montpellier, égale à 43° 36′ 48″, qui diffère de onze secondes de celle que nous venons de déterminer » (Correspondance astronomique, tom. IV, pag. 209 et suiv.) [3].

[1] La latitude actuellement admise pour l'Observatoire de Paris est 48° 50′ 10″,8, plus près de la valeur de Picard que de celle de de Zach.

[2] — 6″ + 4″ = — 2″.

[3] La première correction — 6″ avait seule été faite sur le nombre 43° 36′ 50″ de Picard dans le *Bulletin de la Société libre*, et avait donné 43° 36′ 44″ pour le résultat corrigé des observations de Picard. C'est le chiffre indiqué par Poitevin (*Essai sur le climat de Montpellier*, 1803, pag. 3, note 1). Il a été reproduit par mon frère d'après ces auteurs dans la Notice sur l'Observatoire. Il est d'ailleurs plus rapproché de la réalité, puisqu'on revient, comme nous l'avons indiqué tout à l'heure en note, au chiffre admis par Picard pour Paris, à 1″ près. Voir à la fin de notre Note IV, dans une lettre de Guilleminet, la valeur admise par cet astronome.

Ce résultat (11″) *représente pour de Zach l'erreur de l'instrument dont se servait Picard.*

Le Monnier (*Histoire céleste*, discours préliminaire. pag. XIX et XXXIII, Paris, 1741) avait signalé cette erreur comme égale à 1′ 30″, le quart de cercle ayant en réalité 89° 58′ 30″ seulement au lieu de 90°. De Zach, après avoir reproduit cette assertion dans le *Bulletin* (pag. 347), la rejette dans le passage ci-après de la *Correspondance* (pag. 210), en se basant sur ce qu'elle conduirait à attribuer à Picard une trop grande erreur de lecture : « Cette observation de Picard prouve au moins que ce que Le Monnier a avancé sur l'erreur de son quart-de-cercle n'est pas exact, ou bien que Picard connaissait l'erreur de son instrument et en avait tenu compte : car, sans cela, si nous allons diminuer la hauteur de Picard de 1′ 30″ comme le veut Le Monnier, nous aurions trouvé pour la latitude de la maison de Picard 43° 38′ 18″, qui aurait différé de 1′ 41″ de notre détermination, au lieu que sans la supposition de cette erreur dans l'instrument, la latitude tombe dans les limites de petites erreurs inévitables dans les instruments de ces tems ».

Le grand nombre des observations du célèbre astronome rend précieux ce renseignement sur leur degré d'exactitude et par suite sur la valeur à attribuer à leur emploi.

Actuellement, en plaçant l'observatoire de Picard au n° 5 ou 7 de la rue Castel-Moton, comme nous le conclurons à la fin de la note suivante II, c'est 43° 36′ 42″ ou 43″ qui est la latitude, d'après la carte de l'état-major. En introduisant dans les résultats de Picard et de de Zach la valeur actuellement admise de la latitude de Paris 48° 50′ 11″, on obtient pour la latitude de la maison où observa Picard les nombres

43° 36′ 45″ (Picard) ;

43° 36′ 34″ (de Zach) ;

43° 36′ 42″ (actuelle). C'est donc celle de Picard qui se rapprocherait le plus de la vérité.

NOTE II.

Lieu où a observé l'Abbé Picard à Montpellier.

Dans son Mémoire inséré au tom. VII des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris* (Partie I, pag. 334), Picard,

relativement au lieu où il a observé à Montpellier, ne donne que l'indication suivante :

«J'observai sur une haute terrasse, proche la Canourgue, d'où je voyais la Mer au Sud par dessus Magdelone, et au Sud-Sud-Est, du côté d'Aiguemorte, la Touchante de la Mer étant inclinée sous mon Niveau de 14 à 15 minutes».

De la lecture de son mémoire il résulte que de cette terrasse il pouvait voir le soleil tout le jour, observer les éclipses des satellites de Jupiter, prendre la hauteur méridienne d'Arcturus, et viser l'église de Maguelone.

Parmi les lettres qu'il écrivait de province à Cassini, et que l'obligeance de M. le bibliothécaire Fraissinet nous a fait retrouver à l'Observatoire de Paris, les deux suivantes seulement contiennent une indication, malheureusement bien vague.

De Montpellier, 12 juin 1674. «...Je ne scay pas comme lon pourroit avoir escrit que j'estois alle à Aiguemorte avec Mr de Varde. Car je n'en seulement pas eu la pensée n'estant sorty de Montpellier que pour aller a Sete ou jay demeuré environ trois sepmaines».

De Nîmes, 16 juin 1674. «Je vous ay escrit ce matin de Montpellier. Jay veu avant de partir Madame de Joly, qui vous baise les mains et à madame Cassini».

Nous avions un moment espéré que les deux noms propres ci-dessus deviendraient le point de départ de recherches fructueuses. Ces deux personnages[1] auraient pu offrir l'hospitalité à Picard chez eux ou chez des amis, dans une maison qui aurait été la maison cherchée. Cet espoir ne s'est pas réalisé, et nous en sommes réduits à des documents postérieurs contradictoires entre eux et aux hypothèses que nous allons discuter. Les détails précédents pour-

[1] C'est le marquis de Vardes, en disgrâce à Montpellier en 1671, qui, pour occuper les loisirs de son exil, avait attiré dans notre ville le philosophe Régis, dont il a été question dès les premières pages du présent mémoire (Voir Junius Castelnau, *Mémoire historique et biographique sur l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier*, pag. 17, 1858).

Quant à Mme de Joly, je dois à Mlle Guiraud une indication tirée des Compoix Sainte-Foix, 1600 (Veau CC 642, folio 223 verso), et à M. Grasset-Morel une autre extraite du Levoir (folio 230 recto, n° 1478), qui semblent s'accorder pour placer dans la plus petite des deux maisons Batigne contiguës, rue Aiguillerie, 28, la maison d'Anne de la Roche, veuve de Jean de Joly, Conseiller du Roi et son Avocat général en la Cour des Comptes, Aides et finances. Mme de Joly garda jusqu'au 23 janvier 1693 cette maison qu'elle avait acquise le 8 mars 1666 (même compoix, folio 219 recto).

raient d'ailleurs devenir utiles le jour où l'on rencontrerait dans d'autres recherches un document inédit touchant de près ou de loin à cette question.

Les indications des documents postérieurs sont au nombre de trois divergentes :

1. Dans le passage, déjà cité à la fin de la note I, de l'Essai sur le Climat de Montpellier de Jacques Poitevin (pag. 3, note 1), on lit : « Hauteur du pôle déterminée à Montpellier 43° 36′ 44″ rue Castel-Moton, n° 305 [1], près la place de la Canourgue, où Picard a observé en 1674 ».

Dans son mémoire sur la position de Montpellier (*loc. cit.*, pag. 388) le baron de Zach dit aussi que « Picard a observé dans la rue Castel-Moton, dans une maison qui porte actuellement le n° 305, près la place de la Canourgue ».

De Zach a reproduit cette indication dans deux passages de sa Correspondance astronomique, l'un déjà cité plus haut (tom. IV, pag. 209), l'autre (tom. X, pag. 607) en note d'un article de Bernier sur le mirage extrait du *Journal des Savants* (14 juin 1688), où celui-ci raconte avoir eu «la curiosité de voir le lieu où notre cher ami, le célèbre M. Picard, fesait ses observations astronomiques». Nous citerons tout au long, un peu plus loin, le texte de Bernier et la note de de Zach.

2. Dans son *Histoire Céleste de Montpellier* (annonce lue le 28 novembre 1811, *Société libre*, tom. V, 1813, pag. 155, note 1) Danyzy dit au contraire que ce fut « dans la maison Fronteau, rue Castel-Moton, n° 306, sur une terrasse découvrant un vaste horizon».

3. M. Thomas (*Mémoires de la Société archéologique de Montpellier*, tom. III, pag. 437) a indiqué à son tour le n° 305 comme étant la maison Fontreau, «actuellement (dit-il) de Brignac». Il cite Danyzy, mais en fait il emprunte le numéro à de Zach et Poitevin,

[1] Je rappelle que, dans l'ancienne division de la ville en sixains, les maisons étaient classées, sous des numéros se suivant d'un bout à l'autre du même sixain, non pas, comme aujourd'hui, par rues, mais par îles, les îles étant d'ailleurs elles-mêmes numérotées en un certain ordre dans le sixain. Ce système, dont l'intelligence aidera à suivre les notes II et IV, se révèle au premier coup d'œil jeté sur la planche I. Il est exposé et adopté dans le *Guide de Montpellier ou contrôle manuel et distribution de la ville de Montpellier en sixains, îles et rues*, de Flaudio de la Combe (Montpellier, Picot, 1788), indicateur précieux auquel nous nous référons constamment, en particulier pour les numéros des îles.

le nom (rectifié) à Danyzy, et innove pour la position, en indiquant la maison de Brignac, qui portait le n° 307.

Discutons ces trois hypothèses (n°s 305, 306 et 307).

1. La maison n° 305, dans l'île du Puits des Esquilles (Sixain Sainte-Croix, île n° 24), et qui figure dans Flandio sous le nom de Fontreau, forme le coin de la rue Castel-Moton et de la rue du Figuier, comme le montre l'un des plans manuscrits des îles de la ville déposés aux Archives municipales et remontant au XVIIIe siècle. C'est donc le n° 11 actuel de la rue Castel-Moton [1].

Cette maison n'a au-dessus du rez-de-chaussée qu'un premier étage, surmonté il est vrai d'une terrasse, mais cette terrasse est dominée de tous les côtés par les maisons voisines. Elle n'a d'ailleurs été établie qu'à une époque relativement récente par l'un des derniers propriétaires, M. Cabane, ancien chef d'institution, dont de nombreuses générations d'élèves ont eu récemment à déplorer la perte. Il n'avait pu, me racontait-il, l'élever plus haut à cause d'une servitude dont elle est frappée par la maison Pagézy-Barrau, située de l'autre côté de la rue Castel-Moton, au coin de la rue du Palais.

J'offre ici l'expression de ma respectueuse gratitude à Mme Barrau, qui a bien voulu me communiquer les actes établissant cette servitude et la transmission de la maison. L'interprétation de ces actes, quoique difficile par leur nombre même, nous semble la suivante.

La maison achetée par M. Pagézy le 13 octobre 1806 (Auteract, notaire) au Conseiller Corbin (n° 330 de l'île n° 26 du Four de Geniez, auparavant appelée île Clauzel) provient de la réunion de deux maisons distinctes : l'une sur la rue du Palais, appartenant à Guillaume Clauzel, commissaire des guerres ; l'autre sur la rue Castel-Moton, où était, à la fin du XVIe siècle, l'auberge appelée le *Logis de la Colombe*. Cette dernière fut vendue à Guillaume Clauzel par son frère François Clauzel, Conseiller maître des comptes, le 17 juillet 1609 (vérification par la Chambre des comptes de la remise des droits de lods et ventes par Henri IV à Guillaume Clauzel). D'après le compoix du Sixain Sainte Croix (après 1600, Basane verte, coté CC 658 aux Archives municipales, folio 381 recto), Guillaume Clauzel était aussi propriétaire de la maison qui nous occupe (plus tard numérotée 305), faisant le coin des rues Castel-Moton et du Fi-

[1] Dans les plans manuscrits, l'île du Puits des Esquilles porte le n° 23 et l'île du Four Geniez le n° 24.

guier, et qui était alors une étable. Sa fille Françoise Clauzel, veuve Gigord, en la vendant, le 24 novembre 1649 (Pierre Fesquet, notaire) à Charles Favier, boulanger, la frappa, au profit des deux maisons qu'elle gardait, d'une servitude sur le devant et d'une servitude un peu moindre sur le derrière.

Cette maison passa (Compoix Sainte-Croix, 1600, coté CC 636, folio 387 recto) le 29 novembre 1678 de Favier à Guillaume Anceau, plus tard à son fils Jean Anceau, dont la veuve la donna par contrat de mariage le 6 novembre 1752 (Aurès, notaire) à sa petite-fille, épouse d'Augustin Fonreaux. C'est donc bien la maison n° 305 de Flandio, Poitevin et de Zach. La servitude (1649) est antérieure à l'époque (1674) des observations. *Ce n'est donc pas celle qui a pu servir d'observatoire à Picard.*

2. La maison n° 306, aujourd'hui n° 9 (Lenthéric), n'a pour elle que la seule assertion de Danyzy, qui semble être le résultat d'une erreur matérielle : car c'est Fontreaux ou Fonreau et non Fronteau, et de plus c'est le n° 305 qui est celui de Fonreau. Nous avons pourtant pris la peine de la réfuter par les considérations suivantes.

Cette maison est constituée par la réunion de trois maisons dépendant de la succession de Nicolas Avy. D'après le Compoix de 1600 (coté CC 636, folio 389 recto), M. de Bécheran, qui en disposait par autorité de justice, les vendit à Louis Bousquet, Conseiller du Roy, troisième consul et procureur en la Cour des comptes, aides et finances, le 2 octobre 1704 (Durranc, notaire). Une quatrième maison dépendant de la même succession fut vendue de même le 16 mars 1709 (Bertrand, notaire) à Jean Anceau, qui la réunit ainsi à la sienne sous le n° 305 de Flandio.

Les détails précédents montrent quelles faibles dimensions devaient avoir toutes ces maisons, enchevêtrées sur un espace aussi restreint; *cette circonstance ne permet guère d'y supposer en 1674 l'existence de la terrasse très élevée qui nous occupe.* Leur distinction dans les actes[1] a exigé de longues et pénibles recherches; mais elle se retrouve dans la construction, et le regretté Me Arnavielle, avoué, l'un des derniers propriétaires du n° 9 (306), me disait un jour l'avoir parfaitement remarquée et me la montrait en 1886 sur les lieux.

[1] Cet enchevêtrement a fait croire à la réunion, en 1674, des numéros 305 et 306 dans la famille de Bécheran (*Notice sur l'Observatoire*, pag. 6) d'après le propriétaire d'alors, M. Giroud, tandis qu'il s'agit de maisons composant le n° 306.

3. La maison n° 307 (Guérin, en 1788, d'après Flandio, aujourd'hui n° 7) a appartenu au fameux chirurgien Bourquenod, a passé ensuite à sa fille Mme Raymond Caizergues et à sa petite-fille Mme de Brignac, morte en 1886 : elle appartient encore aujourd'hui à la famille de Brignac. Cette maison ne présente aucune terrasse, et n'en présentait pas en 1820, date de la plus ancienne pièce (estimation d'experts pour un partage) qu'ait pu trouver M. Raymond de Brignac dans les recherches qu'il a bien voulu faire à ma demande. Elle n'a que trois étages sur la façade, et quatre à l'intérieur[1]. Pourtant, sur des souvenirs du regretté Ad. Ricard relatifs à l'existence, au temps où il y était en pension, d'une terrasse actuellement noyée dans les constructions, nous avons cherché à nous renseigner auprès d'anciens locataires. C'est ainsi que M. Merle, ouvrier très âgé de l'imprimerie Martel, m'a dit avoir vu jadis sur le toit une plate-forme, moins haute que la terrasse du n° 5 dont nous parlerons tout à l'heure, mais d'où l'on avait une assez belle vue : elle aurait même pu représenter les restes d'une tour ou terrasse antérieure plus haute. Quoi qu'il en soit, quand on visite cette maison n° 7, et surtout la maison voisine n° 5 qui la domine, on reconnaît facilement qu'aucune terrasse au n° 7, à moins d'être de de plusieurs étages au-dessus des toits actuels, n'a pu réaliser les

[1] Cette maison de Brignac (n° 307, n° 7) est très ancienne. Elle n'a sur la rue Castel-Moton qu'une façade très étroite, comprenant seulement la porte d'entrée et une fenêtre à chacun des trois étages. Au premier se trouve encastré un écusson en pierre où on lit les chiffres 492 — 740! — 6 superposés sur trois lignes. Elle a une cour qui la sépare en trois bâtiments, et une autre façade avec porte (transformée en fenêtre à certaines époques) sur la rue de la Vieille-Intendance. Cette deuxième porte a actuellement le n° 10 parce que les numéros se comptent à partir de la mairie (place de la Canourgue) ; mais on y lisait encore en 1885 un ancien n° 11, datant de l'époque où la mairie était située à la place des Capucins (Louis XVI, Marché aux fleurs). La maison suivante (n° 12) appartenant à la famille Espérounier portait encore un ancien n° 9. Enfin le n° 14 actuel forme le coin de la rue de la Vieille-Intendance et de la rue du Figuier, et appartenait autrefois à la famille d'Audessan, en même temps que l'hôtel de l'Intendance qui est vis-à-vis : ces deux maisons sont encore aujourd'hui réunies dans la famille Garbouleau-Reynès. J'ai relevé ces détails aux Archives municipales, sur les plans manuscrits déjà cités des îles et le projet d'alignement (16 septembre 1707) de la ruelle et du plan de Bombeculs (petite place aujourd'hui englobée dans cet alignement, et indiquée en traits pointillés sur la planche). Ils détruisent une confusion qui s'était glissée sous l'autorité du Levoir (*Rubrique du Levoir de Montpellier*, sixain Sainte-Croix, n° 1928, Bibliothèque de la ville) dans la *Notice sur l'Observatoire*.

conditions indiquées par Picard. Aussi mon frère, après avoir adopté cette hypothèse, y avait-il renoncé dans les derniers temps de sa vie, pour en émettre une quatrième absolument nouvelle et proposer le nº 308 (nº 5 actuel).

4. La maison nº 308 (nº 5 actuel, en 1788 à Favier, subdélégué, d'après Flandio), indiquée par mon frère, est fort ancienne, comme on le voit par l'état de la construction et notamment des charpentes : celle de la tour nous a paru faite avec des troncs entiers du fameux arbre de Montpellier devenu si rare. Elle a une façade, sans porte, sur la rue Vieille-Intendance (nº 303, Favier encore dans Flandio). D'après les renseignements que nous fournit le 24 septembre 1885, sept mois avant sa mort, Mme Vve Feyon, née Nougaret, propriétaire de la maison, la tour (5e étage) ne formait autrefois qu'une seule pièce à la partie supérieure : elle en avait fait du côté du sud un appartement qu'on voit, en effet, en venant de la Préfecture par la rue Castel-Moton. Du côté du nord[1], elle forme ciel-ouvert, pour éclairer les étages inférieurs. Il y a quatre ouvertures, aux quatre points cardinaux, très petites à l'est et à l'ouest ; au sud c'est une fenêtre ordinaire, au nord c'est une porte donnant sur une terrasse qu'elle avait fait construire, qui dépasse la tour au nord et à l'est, et d'où nous avons pu apprécier ce qu'avait pu être autrefois le coup d'œil du haut de cette tour, supposée suffisamment ouverte. Ce coup d'œil répond aux indications de Picard, telles que nous les avons données au début de cette note. Il est vrai que ce n'est pas une terrasse à proprement parler, mais une tour couverte, et dont le toit, comme nous l'avons dit, est fort ancien. Mais on pourrait admettre qu'elle avait autrefois des ouvertures assez grandes, occupant peut-être tout son périmètre, sauf les supports du toit. On peut aussi supposer que la partie qui porte un vitrage récent aurait été découverte, et aurait formé une terrasse dont la terrasse actuelle ne serait que le prolongement.

Une objection, qui avait quelque temps arrêté mon frère, et qui atteindrait aussi le nº 307, a été levée par l'étude des compoix. La rue actuelle de Castel-Moton forme les deux côtés d'un angle droit, mais seulement depuis quelques années. Autrefois, notamment du temps de Flandio (1788), l'une des deux moitiés, celle qui vient de la Préfecture, portait seule ce nom ; l'autre, celle qui va à la

[1] Je décris l'état des lieux tel que je l'ai constaté en 1885.

Canourgue, s'appelait rue Four-Geniès. Les deux maisons 307 et 308, qui s'ouvrent sur cette dernière, ne pouvaient donc pas être celle de l'observation, que tout le monde place rue Castel-Moton. Tout au plus pouvait-on dire que la maison 307 est vis-à-vis de la rue Castel-Moton, dont elle forme le fond quand on vient de la Préfecture. Mais la maison 308 est nettement dans la rue Four-Geniès.

La réponse est la suivante. Dans les compoix et les actes, la rue tout entière, formée des deux côtés de l'angle, est désignée le plus souvent par une périphrase, *rue allant du Grand Temple* (temple protestant sur la place actuelle de la Préfecture) *au Puits des Esquilles* (puits au coin de l'île de ce nom, vis-à-vis du local occupé jusqu'à ces derniers temps par la Faculté des Sciences), et quelquefois par les mots : *anciennement de Castel-Moton*. Dans le Levoir, c'est la *rue du Château Mouton*. La maison 307 ou 308 a donc bien pu en 1674 et même plus tard être indiquée dans cette rue. Un document dont il va être question tout à l'heure achèvera de dissiper les derniers doutes.

Les choses en étaient là, et les raisons pour et contre cette solution se balançaient à peu près, quand M. le professeur Wolf, membre de l'Institut, sollicité par moi de faire des recherches à l'Observatoire de Paris, s'empressa de me signaler en 1886 un renseignement rencontré par M. G. Bigourdan dans les registres de Flaugergues, que M. Tisserand avait récemment retrouvés et dépouillés à Annonay, où il représentait l'Observatoire de Paris à l'inauguration du monument des frères Montgolfier ; ces registres manuscrits sont actuellement à la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, comme nous l'avons déjà dit dans une note au bas du passage du Mémoire relatif à Flaugergues. Dans l'un d'eux (2e registre, 1806, pag. 407), où Flaugergues consignait jour par jour ses observations astronomiques, j'ai relevé en effet le passage suivant :

« Je suis parti de Viviers le 9 aoust pour Montpellier ou je suis arrivé le 11 au soir jay acquis de Madame Brunet un cercle repetiteur et jay acheté plusieurs livres de mathematiques et d'astronomie je suis parti de Montpellier le 21 et je suis arrivé là[1] le 23

[1] Il s'agit évidemment de son retour à Viviers, sa résidence habituelle, et après cette indication précise il revient sur l'un des faits saillants de ce voyage, sa visite à l'Observatoire de Picard. L'absence de ponctuation elle-même ne peut laisser de doute sur cette interprétation, d'ailleurs sans importance pour nous.

a 10 h. du matin jay examiné la maison ou Picard observa pres de la Canourgue en 1674. C'est une maison située et faisant coin dans l'angle droit que fait dans son millieu[1] la rue de Castel Metton cette maison qui porte n° 307 et non 305 comme il est marqué dans l'ouvrage de M. Poitevin, est très élevée et terminée par une petite terasse, elle est actuellement habitée par le nommé Recoullès traiteur.»

Ce passage a une importance capitale dans la question qui nous occupe. L'auteur, plus près des événements que nous de presque un siècle, a discuté la question, déjà posée de son temps, et a formellement rectifié l'assertion de Poitevin (qui est celle de de Zach). Ses preuves, qu'il ne donne pas, sont probablement celles qui ont plus tard décidé Thomas, lequel n'en donne pas davantage. Comment ont-elles été négligées par de Zach et Danyzy? Dans tous les cas, son indication désigne formellement la maison de Brignac. Le traiteur Recoules figure bien en effet dans les listes de patentes de l'an VIII, comme habitant cette maison[2].

Mais comment, visitant les lieux, Flaugergues n'a-t-il pas été arrêté par les objections exposées plus haut contre cette troisième hypothèse du n° 307, absence de terrasse sur une maison d'ailleurs dominée par la voisine? La terrasse existait-elle encore de son temps au n° 307, ou celle du n° 308 n'était-elle pas encore aussi élevée?

Je me hasarderai à proposer une autre explication, qui réunirait ou concilierait les hypothèses 3 et 4. Quand on vient de la Préfecture, la tour du n° 308 (n° 5, hypothèse 4) paraît surmonter la maison n° 307 (n° 7, hypothèse 3), à laquelle elle est contiguë et dont la façade, nous l'avons dit, est très étroite sur cette rue et réduite à la largeur de la porte. Ne peut-on admettre la confusion de cette tour et du n° 307 en une seule maison, surtout aux yeux d'un étranger? — J'ajoute que cette idée semble fournir une explication plausible (qui n'est pas à dédaigner) de la contradiction étrange entre les

[1] On remarquera cette indication qui montre que les deux moitiés de la rue étaient bien connues sous le nom unique de Castel-Moton, comme je l'ai dit tout à l'heure.

[2] Le nom du traiteur avait d'abord été lu Recuillés, ce qui n'empêchait d'ailleurs pas son identification avec celui de Recoules des patentes, vu l'incertitude de l'orthographe des noms propres jusqu'aux premières années de ce siècle, surtout dans leur transmission par un témoin étranger à la ville. Mais une vérification attentive du texte n'a pas montré de point sur l'*i* qui précéderait les deux *l*, et a montré au contraire, après le *c*, aussi bien un *o* que le premier jambage d'un *u*.

témoignages contemporains de Flaugergues (1806) et de Zach (1811). Dans le passage déjà cité et reproduit par de Zach, Bernier (1688) s'exprime comme il suit :

« Ces jours passés, ayant eu la curiosité de voir le lieu où notre cher ami, le célèbre Picard, fesait ses observations astronomiques, et m'étant, je ne sais comment, avisé de regarder par une fenêtre,... » (il aperçut le niveau de la mer plus élevé que le sien par un effet de mirage, dont la description est l'objet de l'article).

Bernier a donc *examiné*, c'est-à-dire visité le local, et a regardé par une *fenêtre* : ce détail s'accorderait avec la disposition du nº 308 (*tour* et non *terrasse*). De Zach ajoute en note, affirmant ainsi parler du *même* local que Bernier :

« Lorsqu'en 1811 nous avons été à Montpellier, nous avons eu, 123 ans après Bernier, la même curiosité d'aller voir le local où le célèbre Picard avait fait ses observations. C'est une maison dans la rue Castel-Moton, qui porte actuellement le nº 305, près la place de la Canourgue ; nous avons déterminé la latitude de ce lieu à 43°36′37″, Picard l'avait fixée à 43°36′44″. Voyez le Bulletin de la Société libre des sciences et belles-lettres de Montpellier, Nº LIV, tom. IV, Montpellier 1811, pag. 388 ».

Mais cette détermination n'a pas été faite sur place, nous l'avons expliqué dans la Note I : elle a été conclue, sur le plan de la ville, de la valeur mesurée à la Babote. C'est qu'en effet au nº 305 il ne pouvait y avoir ni tour ni terrasse, la servitude nous l'a montré: de Zach a cru à sa disparition; ou bien, s'il a réellement visité le local même décrit par Bernier, il a été trompé sur le numéro, 307 au lieu de 305, par ses souvenirs ou même par les indications des habitants. Il y avait bien une divergence d'opinions, puisque Flaugergues a pris la peine de l'indiquer et de choisir « 307 et non 305 comme il est marqué dans l'ouvrage de M. Poitevin ». Et de plus, c'est bien l'opinion de Flaugergues qu'a adoptée en fait M. Thomas, car il a exactement désigné l'immeuble par le nom du propriétaire son contemporain (de Brignac), le nom et le numéro de 1788 étant depuis longtemps oubliés et par suite comportant facilement une erreur.

J'ajoute enfin que la question, une fois limitée par l'indication de Flaugergues entre les deux derniers points (307 et 308), est tranchée par le fait même au point de vue astronomique, sinon au point de vue archéologique. Car la différence de latitude en ces deux points si rapprochés est absolument négligeable, surtout pour les instruments de l'époque dont il s'agit.

En résumé, 1° il est *impossible* d'admettre avec Poitevin et de Zach le n° 305 (Fontreau), aujourd'hui n° 11 (Cabane) ;

2° il est *très improbable* que ce soit le n° 306, aujourd'hui n° 9 (Lenthéric), comme le voulait Danyzy ;

3° il est *possible* que ce soit, d'après Flaugergues et Thomas, le n° 307 (Guérin), aujourd'hui n° 7 (de Brignac) ;

4° il est *probable* que c'est dans la tour existante et remaniée au n° 308 (Favier), aujourd'hui n° 5, qu'ont été faites les observations de l'Abbé Picard en 1674.

De plus, ces deux dernières hypothèses (307 *et* 308) *peuvent n'en faire qu'une dans la pensée de Flaugergues et n'en font qu'une au point de vue de la position astronomique*[1].

NOTE III.

Observations qui suivirent le voyage de Picard.

Ces observations ont été indiquées dans le Mémoire sur l'Observatoire de l'ancienne Société Royale des Sciences, pag. 6.

Nous les reprenons ici avec quelques détails complémentaires sur les références, en rectifiant d'ailleurs certaines erreurs de chiffres qui s'étaient glissées dans les renvois aux pages. Les exemplaires du *Journal des Savants* et de *Du Hamel* sont ceux de la Bibliothèque de la ville de Montpellier.

[1] Avant d'avoir circonscrit le débat au moyen du passage de Flaugergues, nous avions songé à d'autres tours dans les maisons voisines de la Canourgue, où il n'en manque pas en effet. C'est ainsi que nous avions écarté celle de la maison Romieu, rue Castel-Moton, n° 329, aujourd'hui n° 1, parce que cette maison fut rebâtie, d'après mes traditions de famille, par Jean-François Romieu, procureur, 2e consul en 1760, père de ma bisaïeule Mme Etienne Crassous et du savant J.-B. Romieu dont il a été question dans le Mémoire), — ou tout au plus par Raimond Romieu, leur grand-père, procureur et 2e consul en 1730, qui s'était agrandi (Compoix) en 1686 seulement (douze ans après le passage de Picard) de la maison du boulanger Favier située entre la sienne et le logis de la Colombe. Nous avions examiné, outre la tour Pagézy-Barrau, celles de M. Atgier, rue du Palais, 3, de Mlle Atger, rue Astruc, 4 (bâtie par M. Tioch à la fin du siècle dernier, d'après ses intéressants papiers), et de la maison située rue Sainte-Croix, 1. Toutes ces tours sont très belles et jouissent d'une vue très étendue, mais je n'ai pu trouver aucune preuve en leur faveur. Je me borne à remercier ici leurs propriétaires de la complaisance avec laquelle ils m'ont accueilli.

1. L'éclipse de soleil du 23 juin 1675 fut observée à Montpellier. « Hæc Lutetiæ visa est 5 tantummodo digitorum : cum tamen litteræ Montepessulano missæ eam fuisse 7 digitorum testentur ». (*Du Hamel*: *Regiæ Scientiarum Academiæ historia*, 2ᵉ éd. Paris, 1701, in-4°. Lib. II. Sectio secunda, § VIII, pag. 147). Il renvoie au § V. « Die 23 Junii eclipsis solis observata quæ ex epistola a D. Gallet scripta Avenione desiit hora 5, 20 min., 40 sec. ».

2. L'éclipse de soleil du 11 juin 1676 fut observée à Montpellier par Saporta et Rheile.

« Le commencement de l'éclipse parut à Montpellier à MM. Saporta et Rheile à 7 h. 52 m., sa fin à 10 h. 32 m. et le plus grand obscurcissement de 7 doigts ». (*Journal des Savants*, pour l'année 1676, numéro du lundi 14 septembre 1676, pag. 119. Recueil des observations qui ont été faites en plusieurs endroits de l'Europe sur l'éclipse de soleil arrivée le 11 du mois de juin dernier de cette année 1676).

Junius Castelnau, dans son Mémoire historique et biographique sur l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier (1858), pag. 16, qualifie Rheile et Saporta de professeurs de l'Université de médecine. Or, à cette époque, nous ne les avons pas trouvés parmi les professeurs dans les registres des Actes de l'Ecole de médecine. Saporta a-t-il été confondu ici avec l'un des quatre célèbres médecins de ce nom, dont le dernier mourut en 1605 ?

J'avais soumis la question à M. le marquis de Saporta, correspondant de l'Institut, qui continuait dignement leurs traditions, et que la science a récemment perdu. Il voulut bien faire des recherches dans les riches archives patiemment accumulées par lui à Aix, mais ne put retrouver d'une manière certaine, parmi les nombreuses branches de sa famille, un astronome à identifier avec celui dont il s'agit. Toutefois ses souvenirs mentionnaient un Jean ou Pierre de Saporta « qui se piquait d'astronomie », et d'autre part il possédait deux opuscules mathématiques traduits de l'italien par un Saporta (de prénom inconnu) (*Traité de la mesure des eaux courantes*, de Benoist Castelli, religieux du Mont-Cassin et mathématicien du pape Urbain, avec un discours préliminaire adressé par le traducteur aux commissaires députés par le roi pour la jonction des deux mers. — *Traité du mouvement des eaux*, de Torricelli, mathématicien du grand duc de Toscane), les deux imprimés à Castres en 1664, le second dédié à Fermat, conseiller au Parlement de Toulouse.

L'une des branches de la famille de Saporta habitait au *Pas*

Estrech (Cette désignation des compoix indique, comme d'ordinaire, assez vaguement le quartier, car le Pas Estrech proprement dit était le coude formé par la rue de la Friperie actuelle, non loin de l'arceau jeté sur la rue Bras de Fer, mais c'est cette dernière rue qui borde l'immeuble en question). La maison de Jean Saporta fut achetée par Joseph Bonnier, Trésorier de la Bourse, et réunie par lui avec plusieurs autres qu'il fit démolir pour élever l'hôtel actuellement existant rue du Trésorier de la Bourse, n° 4. Cet hôtel a été longtemps connu sous le nom de maison Joubert, qui était celui de son dernier propriétaire avant la Révolution, Laurent Nicolas de Joubert, dernier Trésorier de la Bourse (Voir *Les Bonnier* ou une famille de financiers au XVIIIe siècle, par mon ami M. Grasset-Morel, Paris, Dentu, 1886, pag. 29, 30, 34, 147). Après la mort de Joubert, et lors de la reddition des comptes de sa gestion, une transaction survenue entre sa veuve et les commissaires de la trésorerie nationale fit passer l'hôtel, alors dit la *grande maison*, sous l'administration du district, qui la mit en adjudication : elle fut adjugée le 26 septembre 1794 à ma grand' mère, Agathe Elisabeth Crassous, veuve Roche. Elle appartient aujourd'hui à la famille de Rodez-Bénavent. Nous avions un moment espéré retrouver, dans l'un des nombreux immeubles qui ont fini par former ce vaste édifice, la trace d'une tour ayant pu servir aux observations astronomiques de Saporta et même à celles de Picard. Cet espoir ne s'est pas réalisé.

La note de la page 16 de Castelnau est en outre complètement inexacte. Il s'agit d'une seule éclipse, et c'est à la page 119 et non 209 du *Journal des Savants*.

D'ailleurs Rheile et Saporta ne reçoivent le titre de professeurs de l'Université de médecine, ni dans l'*Histoire de la Société royale des Sciences de Montpellier* (tom. I, pag. 4), ni dans l'annonce de l'*Histoire céleste* de Danyzy (*Société libre*, tom. V, Montpellier, 1813, pag. 156). Voici d'ailleurs le texte de l'*Histoire de la Société royale*, qui contient quelques détails intéressants sur la 3e observation dont nous allons parler ci-après :

« On peut croire que la vue des opérations de ce savant académicien (Picard) tira quelques-uns de nos concitoyens de l'espèce d'engourdissement où ils étaient. Ce qui est certain, c'est que le *Journal des Savants* de 1676 rapporte l'observation d'une éclipse de soleil faite à Montpellier dans la même année par MM. Saporta et Rheyle. L'histoire latine de M. Duhamel parle aussi d'un passage de Mercure sur le soleil observé dans cette ville l'année sui-

vante. Quelques recherches qu'on ait faites, on n'a pu jusqu'ici se procurer le moindre détail sur cette dernière observation ».

3. Le passage de Mercure sur le soleil en novembre 1677 est en effet mentionné dans les termes suivants par Du Hamel (*loc. cit.* Sectio quarta. Caput primum, pag. 163) : « Die 5 novembris Mercurius in sole videri non potuit Parisiis ob nubes interpositas ; sed visus est Avenione, Montis Pessulani, et aliis in locis ».

Le *Journal des Savants* du lundi 20 décembre 1677 (pag. 155) ne parle pas de Montpellier, mais donne le récit de l'observation du passage de Mercure du 7 (et non du 5) novembre 1677 « faite par M. Gallet, Prévost de l'Eglise de Saint-Symphorien d'Avignon, et par M. de Beauchamp ». La date du 5 doit être une erreur de Du Hamel, qui écrivait à une époque plus récente. Cette observation est rapprochée, dans le même numéro du *Journal des Savants*, de l'observation de la conjonction de Mercure faite le mercredi 7 novembre 1631 par Gassendi. Plus loin (pag. 159) se trouvent des réflexions de Cassini, comparant « l'observation de M. Gallet à celle de M. Hévélius de 1661, qui arriva le 3 de mai ».

Danyzy (*loc. cit.*) est disposé à attribuer cette observation du passage de Mercure à Montpellier à Saporta ou Rheilc, quoiqu'il n'ait aucune preuve.

NOTE IV.

Tour Plantade.

D'après le baron de Zach (*Correspondance astronomique* déjà citée, tom. IV, 1820, pag. 210, lettre du 1er mars 1820), Plantade observait dans une tour de sa maison avec de Clapiès, de Rochemore, Guilleminet. Cassini y vint en 1701, et trouva pour la latitude 43° 36′ 32″, moyenne de 43° 36′ 20″ et 43° 36′ 44″.

Or, comme cette maison est à 128 toises de la tour de la Babote (tour actuelle de l'Observatoire, place Croix-de-Fer), ce qui donne 8″,1 de différence, de Zach déduit de la latitude trouvée par lui en 1811, égale à 43° 36′ 15″,7 en ce dernier point, la valeur 43° 36′ 23″,8 pour la tour Plantade, ce qui donne une erreur de 8″ seulement à la détermination de Cassini.

De Zach donne de visu à la maison Plantade le n° 524 de la Grand'Rue.

M. E. Thomas, sans citer de références, a indiqué le n° 14 (note

de la page 21 du *Mémoire sur l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier*, par Junius Castelnau, qu'il éditait en 1858).

Mon frère, dans sa *Notice* déjà citée sur l'*Observatoire de l'ancienne Société royale des Sciences de Montpellier*, a indiqué le n° 8 de la Grand'Rue, qui représente en effet le n° 524 de de Zach : car, d'après le *Guide de Montpellier*, déjà cité, de Flandio de la Combe (1788), la maison suivante 525, portée sous le nom de Vialars, négociant, doit être le n° 10 d'aujourd'hui, effectivement possédé par Mme veuve Eugène des Hours, née Vialars. Aucun doute ne pouvait d'ailleurs subsister. Car, dès qu'elle avait connu par le regretté professeur Planchon l'objet des recherches de mon frère, Mme des Hours s'était empressée, avec une complaisance et une bonne grâce dont nous ne saurions trop la remercier, de mettre à sa disposition d'abord, à la nôtre ensuite, un plan et un modèle en relief très curieux, reproduisant en carton une partie de sa maison et de la maison voisine. Ce modèle était resté dans la maison Vialars des Hours à la suite d'un procès entre le propriétaire précédent Des Chesnes et le conseiller de Plantade, son voisin immédiat vers le haut de la Grand'Rue. Les noms de Plantade et de Deschesnes, reproduits en plusieurs points du modèle, montraient de la façon la plus nette la maison Deschesnes (Vialars des Hours) dans le n° 10 actuel, et la maison Plantade dans le n° 8. Cette preuve à l'appui de l'opinion émise dans la *Notice sur l'Observatoire* faisait l'objet d'une note rédigée par mon frère à la suite du présent Mémoire.

Malheureusement, la possession de renseignements aussi précis fit naître l'espoir d'aller plus loin encore, et de fixer dans la maison Plantade ainsi retrouvée la position exacte de la tour qui a servi aux observations : le modèle en relief ne semblait pas permettre de la confondre avec la tour actuellement existante dans cette maison et visible de la rue de la Croix-d'Or. D'où nos longues et pénibles recherches, que j'ai rappelées dans l'introduction avec celles de l'Observatoire de Picard, et qui ont si longtemps retardé la publication de ce Mémoire.

De plus, pendant que les renseignements précédents restaient inédits, une nouvelle opinion commençait à s'accréditer parmi les érudits locaux sur la fixation de la maison Plantade, qu'on mettait à tort au n° 10. La préoccupation d'arrêter définitivement ce retour en arrière nous a conduits à accumuler et à compléter, en faveur du n° 8, des preuves positives dont on trouvera peut-être le luxe excessif en les lisant ci-après.

La réunion de ces documents à distance nous a été facilitée par le précieux concours de mon ami M. Grasset-Morel, et surtout de Mlle Louise Guiraud, dont j'avais attiré l'attention sur cette longue controverse, et dont les liens de parenté avec le propriétaire actuel nous ont permis d'avoir communication des titres de propriété.

I. En les rapprochant des recherches déjà faites par nous-mêmes dans les compoix, je vais d'abord établir sur des textes précis, et non plus sur de simples inductions, l'exactitude de l'opinion émise par mon frère, en montrant *que la maison Plantade est bien la maison Guiraud actuelle* (n° 524 *de de Zach*, n° 8 *de la Grand'Rue aujourd'hui*).

Nous avons été heureux de voir cette opinion récemment adoptée par Mlle Guiraud, bien que sans indication de textes, dans une note d'ailleurs incidente de ses savantes *Recherches topographiques sur Montpellier* (*Publications de la Société archéologique de Montpellier*, 2e série, 1895, tom. I, pag. 233, note).

II. Dans cette maison nous chercherons ensuite la tour qui a dû servir aux observations de Plantade, et nous trouverons que *c'est très probablement la tour actuelle.*

I.

Pour plus de clarté, je vais donner la liste des propriétaires successifs de chacune des deux maisons entre lesquelles est circonscrit le débat (car un mot suffira, chemin faisant, pour écarter le n° 14 de M. Thomas, qui doit résulter d'une erreur matérielle). Nous remontons jusqu'au commencement du XVIe siècle, c'est-à-dire bien plus haut que Plantade, mais afin d'en conclure quelques renseignements intéressants.

Dans la lecture très difficile des compoix antérieurs à 1600, nous sommes heureux de nous abriter sous l'autorité de Mlle Guiraud.

Première maison (n° 8). — Elle est possédée au XVIe siècle par *Pons Bonnefilhe*, greffier des Trésoriers de France au Bureau des finances de Languedoc. (Compoix du sixain Saint-Paul 1544, coté C C 625, aux Archives municipales, folio 50 verso).

Des hoirs de Pons Bonnefilhe (Compoix Saint-Paul 1598, C C 627, folio 369 verso), elle passe à *Pierre Grangier*, receveur des tailles au diocèse de Viviers (Brouillard du Compoix Saint-Paul 1600,

CC 647, folio 319 recto). Celui-ci acquiert en outre une maison servant d'étable, séparée de la précédente par la rue des Passagers (rue de la Croix d'Or actuelle) (Compoix Saint-Paul 1600 en un volume, coté 650, veau jaune, folio 608 verso).

La veuve de Pierre Grangier, *Antoinette d'Albenas*, cède les deux maisons le 20 janvier 1642 (Pélerin, notaire) à *Jean-Jacques de Plantade,* conseiller du roi en la Cour des comptes, aides et finances, pour réglement de comptes avec le dit Plantade, dont elle avait doté la première femme Marthe d'Albenas sa nièce.

Jean-Jacques de Plantade les laisse en 1645 à son fils *Etienne de Plantade*, aussi conseiller à la même Cour (Compoix Saint-Paul après 1600, tom. II, coté C C 663, basane verte, actuellement jaune, folio 612, recto).

Elles passent toutes deux d'Etienne à son fils *François de Plantade*, avocat général à la même Cour, par jugement du 9 novembre 1719 (Compoix Saint-Paul 1600 veau jaune, tom. II, coté CC 649, folio 690 recto, et Compoix St-Paul 1738, tom. II, coté C C 674, folio 171 recto). *François de Plantade est précisément notre astronome*, et il faut chercher la maison où il observait parmi celles qui figurent ici sous son nom; car, selon l'usage, les autres immeubles, même situés dans d'autres îles, figurent à la suite de la maison principale. Or on ne trouve à la page 171 ci-dessus indiquée, et aux suivantes, que les deux maisons précédentes, ainsi désignées :

«Une maison à la rue de la Coutelarie, confronte d'une part Mr le Consr de Varanda, d'autre hoirs de M. de Saint-Brès [1] et deux rues. — *Item* une maison servant d'establc à la rue des Passagers confronte de deux parts Mr Guillaume Clausel, d'autre Jean Rat et la rue (le 13 janvier 1760 changé sur M. Hostalier, suivant acte reçu par Me Auteract, notaire, le 4 mars 1758) ».

Il y a accord entre ces indications de confront et celles des compoix précédents que je n'ai pas reproduites pour abréger.

La rue de la Coutellerie, antérieurement rue de Tropassen, puis des Trespassans, est aujourd'hui la moitié haute de la Grand'Rue, jusqu'à Saint-Côme, et la rue des Passagers est la rue de la Croix d'Or: cette identification, bien connue de tous les archéologues montpelliérains, se trouve en particulier dans les *Recherches* déjà citées de Mlle Guiraud (p. p. 183 et 191). Ce sont les *deux rues* que

[1] La maison de Saint-Brès n'est autre que la maison de Candillargues (no 523 du Guide de Flandio), d'où complet accord, puisque nous allons conclure pour celle que nous étudions le no 524. Mais je n'insiste pas.

confronte la grande maison, l'étable confrontant la Croix d'Or seule.

De ces deux maisons, la seconde (l'étable) ne peut être celle que nous cherchons. C'était, en effet, une maison basse, impropre à des observations astronomiques, située vis-à-vis de la première de l'autre côté de la rue de la Croix d'Or, dans l'île Flaugergues. Tous ces détails résultent de l'acte de vente cité plus haut d'après le compoix, et que j'ai retrouvé, en date du 5 et non du 4 mars 1758, grâce à la complaisance de Me Mascon, notaire, dans les minutes de son étude. Par cet acte, «Marie Eleine de Plantade, épouse de Joseph de Lavergne Montbazin, fille de François de Plantade [1], vend à Daniel Jean Gaspard Hostalier, seigneur de Veyrac, conseiller à la Cour des aides, une maison située au sixain Saint-Paul (Ile Flaugergues, rue de la Croix d'Or)» en lui imposant une servitude de non-élévation, qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours et permet de la reconnaître, pour laisser du jour à la grande maison qu'elle gardait.

Celle-ci, qui reste seule à répondre à notre objet, et qui, nous venons de le voir dans le compoix, avait une façade sur la Grand' Rue et une autre sur la Croix d'Or, passa de *Marie de Plantade* à ses enfants le *Chevalier de Lavergne de Tressan-Montbazin*, et la *Chanoinesse Delphine de Lavergne de Tressan-Montbazin.*

Leurs deux parts passèrent ensuite à *Jean-Jacques Brunet*, négociant à Montpellier :—la première par décret du 30 juillet 1785 obtenu par les créanciers du chevalier, et envoi en possession le 18 août 1785 (Bonfils, notaire) ; — la seconde par acte reçu le 17 avril 1788 par Me Bonfils, notaire (minutes dans l'étude de Me Bort). *Le nom de Brunet figure en effet dans le Guide de Flandio, au numéro* 524 *indiqué par de Zach.*

C'était un amateur distingué d'astronomie [2], et ses observations

[1] Lequel était mort en 1741, sans enfants mâles. Son nom est encore porté dans notre ville par les descendants de son frère Gaspard René, trisaïeul de M. Louis de Plantade. La famille de La Vergne est représentée aujourd'hui par M. le Mis de La Vergne de Tressan, ancien officier supérieur de cavalerie, et son fils.

[2] Voir quelques détails sur Brunet dans le *Mémoire* déjà cité de J. Castelnau (pag. 168) et dans la Notice de M. Thomas qui l'accompagne (pag. 260 et 295). Il possédait le château de La Vérune, dont l'ancienne chapelle renferme encore le tombeau de son fils, que nous décrivait récemment M. Gaudin, l'érudit bibliothécaire de la ville de Montpellier. Une notice d'Amoreux sur Brunet est citée par Castelnau d'après Roubieu, comme ayant été couronnée par la Société d'Agriculture de Paris (*sic*). On la croyait perdue, quand, sur les complaisantes indications de M. Roger Azaïs, et grâce à la haute protection de M. Félix Sahut, correspon-

ont dû être faites dans cette maison, qu'il avait réparée avec beaucoup de soin, telle qu'elle est aujourd'hui, en employant des pierres provenant de la démolition de l'église Notre-Dame-des-Tables (place actuelle du Marché aux Colonnes). Il n'en jouit pas longtemps. Il perdit toute jeune sa fille, pour laquelle il avait fait aménager de magnifiques appartements de réception. Il mourut lui-même peu après, ce qui explique le passage cité plus haut (note II) du registre de 1806 de Flaugergues: « Jay acquis de Madame Brunet un cercle repetiteur et jay acheté plusieurs livres de mathematiques et d'astronomie ».

Jean-Jacques Brunet laissa la maison à son fils *Jean-Eugène Brunet*. Celui-ci, qui avait fait une chute de cheval, mourut le 11 janvier 1816, et ses héritiers vendirent, le 5 mai 1816, leurs droits successifs à sa mère *Françoise-Henriette de Palézieux Falconnet*, veuve de Jean-Jacques Brunet. Elle resta seule et sans locataire dans cette maison, et y mourut le 21 janvier 1827, la laissant à *MM. Auguste et François de Palézieux Falconnet*, banquiers à Naples, qui la vendirent le 31 mai 1827 à *M. Bruyas*, banquier à Montpellier (minutes de Me Péridier, notaire, à qui j'adresse les mêmes remerciements qu'à MMes Mascon et Bort). M. Bruyas[1] fit

dant de la Société Nationale d'Agriculture de France, nous avons récemment réussi à la découvrir, sous la date de 1822, à la bibliothèque de cette Société (18, rue de Bellechasse, à Paris), dans un recueil de notices biographiques manuscrites (1788-1829) reliées en un volume coté 40.

Le rapport de Vincens Saint-Laurent qui lui fit décerner le prix a été imprimé dans les *Mémoires publiés par la Société royale et centrale d'Agriculture* (1823, tom. XXVIII, pag. 96).

Cette notice de 16 pages donne beaucoup de détails intéressants sur les essais et innovations agricoles du domaine de La Vérune. Quelques mots à peine sont consacrés aux observations astronomiques de Brunet, malheureusement sans indications précises d'aucune espèce. On y lit qu'il mourut à Paris, dans un dernier voyage dont la date n'est pas indiquée, et ce détail explique l'insuccès de nos longues recherches de son acte de décès à Montpellier.

Le catalogue de sa bibliothèque fut dressé par Renaud et Deburo, et imprimé à Montpellier en l'an VIII. Il existe, avec beaucoup des livres qu'il mentionne, à la bibliothèque de la ville de Montpellier, où vient d'être déposée une copie de la Notice d'Amoreux.

[1] Les détails consignés dans ces deux paragraphes proviennent des souvenirs personnels de Mme Alicot, fille de M. Bruyas, que les bonnes œuvres de Montpellier ont perdue il y a quelques années, et à qui j'aurais été heureux d'offrir ici l'hommage de ma respectueuse gratitude. Ils sont en parfait accord avec l'un des *Mémoires historiques sur Montpellier et sur le département de l'Hérault par feu*

seulement refaire l'escalier usé et établir la fontaine qui est dans la cour, mais n'opéra aucun autre remaniement important. Parmi les dates précédentes, celles qui ne portent pas d'indication d'origine m'ont été gracieusement fournies par *M[e] Guiraud, avoué*, qui a récemment acquis les deux parts de M. Alfred Bruyas et de M[me] Alicot, héritiers de M. Bruyas, dans la possession de cette maison, et qui a bien voulu mettre ses titres de propriété à la disposition de sa cousine M[lle] Guiraud et à la mienne. Je lui en adresse ainsi qu'à elle mes plus vifs remerciements.

C'est donc un point aujourd'hui acquis : la maison de Plantade, où il fit ses célèbres observations, est la maison appartenant actuellement (1898) à M[e] Guiraud, avoué, et portant le n° 8 de la Grand' Rue [1].

Deuxième maison (n° 10) (dont l'histoire n'ajoutera rien à la certitude précédente, mais fournira la réfutation directe de certaines inductions contraires, avec plusieurs détails inédits et intéressants).

Elle est possédée au XVI[e] siècle par *François de Lausergue* (probablement de Lauselergue), et figure ensuite au Compoix Saint-Paul 1544 (coté CC 625, folio 42, recto) au nom de *Nicolas de Mourgues*.

Elle fut vendue le 7 octobre 1577 (Jehan Solier, notaire) à *Ramond Maurel*, conseiller du Roy et contrôleur général de ses finances en Languedoc (même page). Un arrêt du Parlement de Toulouse la fit passer le 21 mars 1586 à *Claude de Martin*, sieur de Beaujeu, et *Jehane de Mourgues* sa femme. Le compoix Saint-Paul 1598 (coté CC 627) nous la montre en effet dans l'île de Jean Rat (folio 363), qui fut plus tard appelée l'île Plantade (Compoix 1600 ancien), passant (folio 369 recto) de Jehane de Mourgues à *David de Varanda*, conseiller du Roy au siège présidial — et gouverneur de

J.-P. Thomas, archiviste de la Préfecture, Paris, Gabon, 1827, où l'auteur rapporte (pag. 333) l'ordre de démolition de Notre-Dame des Tables pour bâtir un temple de la Raison au Peyrou (14 janvier 1794) et ajoute (pag. 335, note) que l'entrepreneur fut autorisé à vendre quelques matériaux à son bénéfice ; — mais non avec la date (1789) du mémoire de plâtrier cité plus loin.

[1] Ce n'est donc pas le n° 14 de Thomas, puisque, nous l'avons vu, Plantade n'avait pas d'autre maison, dans l'île, que celle que nous venons de suivre. Le n° 14 correspondrait d'ailleurs à la maison n° 527 (V[e] Fournier) de Flandio, dont la propriétaire au temps de Plantade n'avait aucun rapport connu avec lui (c'est Boyer dans un plan de feudiste de l'île Plantade, un peu antérieur, où figure encore M[me] de Plantade entre Deschesnes-Vialars et de Candillargues).

Montpellier (Compoix Saint-Paul 1600, CC 650 veau jaune, folio 606 recto). Nous avons effectivement vu le nom de Varanda cité dans les confronts donnés plus haut à la première maison (Plantade). Elle répond, elle aussi, à deux rues, c'est-à-dire à une façade sur la Grand' Rue et une autre sur la Croix d'Or, et par suite forme le seul confront de ce côté.

Des Hoirs de Varanda la maison passe en 1661 à *Jean Raulin*, avocat en la cour du parlement et chambre de l'Edit de Castres, (Compoix Saint-Paul après 1600, basane verte, tom. II, coté CC 663, folio 611, recto).

En fait, de David Varanda la maison avait passé par héritage à Mme Violan de Varanda, qui la donna à Anne de la Faverie, épouse de Louis de Greffeuille, trésorier général de France, lequel figure en effet en 1676 dans la *Rubrique*, déjà citée, *du Levoir de Montpellier* (bibliothèque municipale, pag. 100-101, n° 597). D'après le même Levoir, elle passa de lui à un sieur Causse.

Et, en effet, nous trouvons dans les titres de propriété la trace de divers décrets, rendus probablement à propos d'hypothèques, l'un notamment par la chambre de l'Edit le 20 novembre 1658 à la requête de Jean Rauly (Raulin du Compoix), héritier de Pierre (*sic*) et sous le nom duquel la jouissance fut exercée pendant plus de trente ans par Guillaume de Causse, seigneur de Cleyran, Marvejols, Anglas et autres lieux. Celui-ci en devint d'ailleurs seul propriétaire par une transaction avec Paul Dupont de Gault, qui avait quelques droits sur l'immeuble comme héritier d'Etienne de Varanda son oncle (25 septembre 1703, Bissez, notaire à Montpellier).

Le testament de Guillaume de Causse, ouvert le 20 mai 1707 chez sa veuve malade devant le juge-mage Jacob de Bornier, attribuait la jouissance de la maison à sa veuve Henriette-Emelie Guidaireboudouze et la propriété à son héritier universel Jean-François de Cadoulle (*sic*). Enfin, le 18 février 1716, Jean-François de Cadolle vendit la maison à Pierre Garnier, sieur Deschesnes, avocat (Me Deleuze, notaire à Lunel, minutes de Me Reboul, à qui j'adresse tous mes remerciements).

C'est ainsi que, dans le Compoix Saint-Paul 1600 (tom. II, CC 649, folio 716), la maison est transférée de *Jean Raulin* à *Pierre Garnier Deschesnes*. C'est celui que nous avons vu figurer dans le modèle en relief. Très endetté, quoique trésorier de France, il la vendit le 14 août 1755 (Chaleil, notaire) à *M. David Vialars*.

Celui-ci la transmit, quelques années avant la Révolution, à son

fils *M. Pierre Vialars*, époux Pomier, lequel la laissa à l'un de ses fils *M. Frédéric Vialars*, père de Mme des Hours, propriétaire actuelle, à laquelle nous devons les renseignements précédents extraits des titres de propriété et complétant les indications des compoix. En particulier, ceux qui sont antérieurs à Deschesnes sont consignés par lui dans des mémoires manuscrits rédigés pour son différend avec son voisin Plantade, et d'où M. Jules Pagézy a bien voulu les extraire pour nous. *Cette maison porte le n° 10 de la Grand'Rue.*

L'histoire de cette seconde maison (n° 10) appuie la désignation que nous avons déjà définitivement établie de la première (n° 8) comme maison de Plantade, par un parfait accord pour les confronts à toutes les époques (je ne les ai indiqués qu'une fois, mais le nom cité comme confront à l'une est toujours celui du propriétaire de l'autre).

En outre, cette histoire fait ressortir deux points intéressants : 1° elle présente assez de noms pour expliquer la présence de la lettre P qu'on a trouvée dans l'ornementation de son escalier, et qui pouvait fournir une *induction* pour y voir la maison *de Plantade* (elle aurait représenté l'initiale de ce nom), tant qu'on ne connaissait pas les *preuves positives* que nous avons données en faveur de la maison voisine n° 8 ; 2° elle ne présente nulle part le nom de Plantade, non seulement de 1706 à 1738 (époque des observations qui nous occupent, mais même au XVIe siècle, comme on l'a cru un moment, en y plaçant le séjour de Montmorency en 1597.

Développons ces deux points.

1° D'abord, à l'extrémité inférieure de la rampe de l'escalier de ce n° 10, on voit à hauteur d'appui trois monogrammes juxtaposés qui, à partir d'en bas, présentent très nettement les lettres suivantes : deux P, deux D, deux G. Nous y lisons les initiales de Pierre Garnier Deschesnes, le nom principal Deschesnes figurant au milieu.

Plus bas, un peu au-dessus du soubassement, on remarque un quatrième monogramme, en traits plus grêles, visiblement ajouté à une époque postérieure, présentant un V et deux D entrelacés : la présence d'un médaillon tout à fait analogue à la maison de campagne de Méric (à Mme Gaston Bazille, sœur de Mme des Hours) ne laisse pas de doute sur la signification de celui-ci : ce sont les initiales de David Vialars, bisaïeul de ces dames.

Enfin, au palier du premier étage, la balustrade porte à son centre un médaillon de plus grande dimension, dont la lecture est moins nette, mais l'explication facile dans toutes les hypothèses. On peut y lire deux P et deux G (Pierre Garnier), ou deux P et deux C (Pierre des Chesnes, ce nom s'étant écrit quelquefois en deux mots). On pourrait encore à la rigueur y voir à la fois deux P, deux G et deux D (Pierre Garnier Deschesnes), si l'on admet que les traits puissent être associés de façons différentes pour former plusieurs lettres.

2° « Pendant les différents séjours que fit à Montpellier le duc de Montmorency, il logea en 1597 dans la maison du juge de Plantade (actuellement n° 10 de la Grand-Rue) », dit le Dr Léon Coste dans son mémoire sur *Les transformations de Montpellier depuis la fin du* XVIIe *siècle jusqu'à nos jours* (Société languedocienne de géographie, 1er et 2° trimestre 1892), tom. XV, note de la page 150).

Cette indication, tout à fait incidente d'ailleurs, et sans références, semble être le résultat d'une confusion matérielle. Elle ne paraît pas compatible avec le compoix déjà cité de 1598 (Saint Paul, coté 627), qui montre la maison n° 10 passant à cette époque de Jeanne de Mourgues à David de Varanda, et n'attribue aux Plantade aucune autre maison dans la même île.

Comment devrait-elle être rectifiée ? Bien que ce point sorte de notre sujet, nous ne voulons pas laisser perdre, pour les érudits locaux qui voudraient l'approfondir, la mention suivante relevée au même compoix de 1598 (folio 283), dans l'île de Noble Anthoine de la Croix, Sr de Lunel-Viel (île Tremolet de Flandio, île actuelle de Saint-Côme) :

« Sire Estienne Plantade, une maison à la rue de la Soneryе (Saunerie, moitié inférieure de la Grand-Rue actuelle), respond à deux rues confronte d'une part Etienne Menard Jeane Campanhane, d'autre Pierre Campanhan, etc. ».

On rencontre au Sixain Sainte-Foy d'autres Plantade sur le côté opposé de la Grand'Rue, mais ils ne paraissent pas appartenir à la même famille : plusieurs sont des bourgeois ou même des artisans. Au contraire, Sire Estienne Plantade semble pouvoir être identifié, non certes avec le fils de Jean-Jacques de Plantade, dont nous avons déjà parlé plus haut dans cette note IV (liste des propriétaires de la *première maison*), mais avec le père de ce Jean-Jacques qui portait aussi le prénom d'Etienne d'après l'*Armorial de Languedoc*

de M. de Laroque. Or Jean-Jacques figure comme juge ordinaire de 1599 à 1616 dans l'*Histoire de la ville de Montpellier* de d'Aigrefeuille (édition de 1737, observations sur les anciennes juridictions, consulat de ville, page 582), et il est qualifié de juge de la Cour royale ordinaire de Montpellier dans les actes de baptême des enfants qu'il eut de sa première femme Marthe d'Albenas (Archives municipales, registres des baptêmes de Notre-Dame-des Tables, GG. 208, Anthoinete 24 février 1611, GG. 209 Magdeleine 6 octobre 1613, Henry 22 févier 1615, Catherine 31 octobre 1617), et son fils Henry eut précisément pour parrain le duc de Montmorency de Dampville.

Resterait à savoir si, en 1597, il demeurait encore dans la maison de son père au bas de la Grand'Rue, et à fixer d'ailleurs la position de cette maison. Mais, comme il n'épousa Marthe d'Albenas qu'en 1609, il ne demeurait probablement pas encore dans celle de Pierre Grangier et Antoinette d'Albenas, qui fait l'objet de cette note (n° 8), et qui lui fut définitivement cédée, nous l'avons dit, en 1642. Marthe d'Albenas fut enterrée à Sainte-Anne le 17 janvier 1628 (registre mortuaire de Saint-Firmin, GG. 7), mais ce détail, vu la date à laquelle il se rapporte, ne constitue pas une indication même approximative du domicile de la défunte.

II.

Reste enfin la question de savoir si la tour qui a servi aux observations de Plantade est celle qui existe encore dans la maison Guiraud (n° 8), élevée de six étages (deux au-dessus du toit), et offre un aspect imposant quand on vient de la rue de l'Argenterie par celle de la Croix-d'Or. Nous l'avons représentée sous le nom de *Tour actuelle* dans le plan ci-joint (planche II), et nous la désignerons ainsi dans la suite.

Cette tour n'existe pas sur le modèle en relief, contemporain de notre astronome ; mais ce n'est pas une objection. Car ce modèle, dressé pour régler des difficultés de mitoyenneté entre Plantade et Deschesnes, ne comprend que la partie de la maison Plantade voisine du mur mitoyen, et ne s'étend pas jusqu'à l'emplacement de la tour actuelle.

Seulement ce modèle présente dans la maison Plantade (Guiraud) une autre tour couverte, élevée seulement de quatre étages au-dessus du rez-de-chaussée, et située dans la partie mitoyenne

de la maison Deschesnes (Vialars des Hours), ce qui ne permet pas de la confondre avec la tour actuelle située de l'autre côté de la cour de la maison Guiraud. Nous l'avons représentée et la désignerons sous le nom de *tour ancienne*. Elle n'est plus visible aujourd'hui de la rue, ni de la cour, ni même du jardin de la maison des Hours voisine. Mais, en montant aux étages supérieurs de cette maison voisine, dont Mme Pagézy des Hours nous a gracieusement fait les honneurs, on en voit très nettement les restes. Elle est englobée dans la reconstruction de la maison Guiraud, élevée aujourd'hui jusqu'au quatrième étage, par Brunet probablement, comme nous l'avons raconté ; elle ne présente plus extérieurement qu'un pan de mur, celui qui surplombe le toit d'une partie de la maison des Hours.

La présence de deux tours dans une même maison étant étrange, il était naturel de se demander si la tour actuelle n'avait pas été : 1° annexée à la maison Plantade par l'acquisition d'un immeuble voisin, ou 2° bâtie à une époque plus récente. Dans les deux cas, elle n'aurait pu servir aux observations de Plantade.

Ecartons successivement ces deux hypothèses.

1° La première hypothèse, à laquelle nous nous étions arrêtés jusqu'à ces derniers temps, s'appuyait surtout sur l'un des plans de feudistes déjà cités, dressés au siècle dernier et conservés aux Archives municipales. Ce plan, qui représente l'île Plantade (26e du sixain Saint-Paul quoique 31e dans Flandio) donne pour confronts à la maison Plantade :

— sur le devant (Grand' Rue) la maison Candillargues, qu'il ne fait pas aller jusqu'à la Croix d'Or,

— sur le derrière la maison Mouton, c'est-à-dire l'hôtellerie de la Croix d'Or (Voir les *Recherches* déjà citées de Mlle Guiraud, pag. 191), plus tard maison Mouton de la Clotte.

Nous pensions que cette hôtellerie avait pu comprendre autrefois, non seulement le n° 5 actuel, mais aussi le n° 7 de la Croix d'Or ; elle aurait été démembrée plus tard : une partie, contenant la tour actuelle, aurait été achetée par Brunet pour remplacer la tour ancienne englobée dans sa reconstruction ; une autre partie aurait été achetée par les hoirs de Candillargues, dont la maison (Fabrège, n° 6) traverse aujourd'hui sur la Croix d'Or.

Mais ces plans de feudistes, s'ils constituent une autorité pour établir la présence dans une île d'un immeuble déterminé, ne méritent pas une créance complète quand il s'agit de fixer la situa-

tion respective et les limites de deux immeubles. Dans le cas actuel, leurs indications sont formellement contredites par celles des compoix, autrement précises, que nous allons rappeler.

Depuis 1598, ils donnent tous comme confronts à la maison Plantade, vers le haut de la Grand' Rue, la maison Candillargues seule, sous les divers titres qu'elle a portés à différentes époques avec la famille de ce nom (au compoix de 1598 noble François de la Croix, S[r] de Saint-Brès ; aux compoix de 1600, hoirs de M. de Saint-Brès, et de même au compoix après 1600 et à celui de 1738; au Levoir, noble Jean de la Croix, seigneur de Candillargues).

De plus cette maison de Candillargues traverse sur les deux rues (Grand' Rue et Croix d'Or) au moins depuis 1600 [1].

Enfin la maison Mouton confronte Candillargues et jamais Plantade [2].

En résumé, et sans remonter au XVI[e] siècle, il est certain qu'aux trois époques immédiatement antérieure, contemporaine et postérieure à notre astronome Plantade, sa maison n'a jamais confronté Mouton, mais seulement Candillargues, et cela d'une rue à l'autre. *Elle n'a donc pu s'accroître après lui d'une portion achetée à Mouton.*

Se serait-elle accrue d'une portion achetée à Candillargues? Nous ne pouvons pas non plus l'admettre après avoir examiné, dans le dossier de M. Guiraud, une transaction du 11 décembre 1736 entre notre astronome François de Plantade et sa femme, d'une part, et M. de la Croix de Candillargues d'autre part, au sujet d'une servitude de vue. Ce document confirme d'abord et

[1] Compoix 1598, coté 627, folio 370 verso.
Brouillard du Compoix 1600, CC 647, folio 319 verso.
Compoix 1600 CC 650, folio 609 verso.
Compoix 1600, tom. II, CC 649, folio 694 recto.
Compoix après 1600 CC 663, folio 613 recto.
Levoir pag. 101 n° 599.
Compoix 1738, CC 674, folio 172.
J'ai tenu à accumuler les textes précis, puisqu'il s'agissait de contredire formellement l'indication d'un plan.

[2] Compoix 1600 CC 650 folio 621.
Compoix 1600, tom. II, CC 649 folio 704 recto.
Compoix après 1600, tom. II, CC 663 folio 624 recto.
Levoir, pag. 101, n° 606.
Compoix 1738, folio 179.

résume ce que nous venons de dire : car il montre Candillargues confrontant Plantade « depuis la rue des Messagers ou de la Croix d'Or jusqu'à la rue de la Coutellerie ou de la Grand' Rue ». Mais de plus la description de la partie mitoyenne entre Plantade et Candillargues semble reproduire l'état actuel des lieux entre MM. Guiraud et Fabrège. Il n'y a donc pas achat aux hoirs de Candillargues par les hoirs de Plantade. Bien au contraire, ce document fait allusion, pour expliquer l'origine de la servitude, à un achat (bien antérieur puisqu'il n'a pas laissé de trace dans les compoix cités) aux auteurs de Plantade par les auteurs de Candillargues. C'est ce qu'on voit en effet sur le plan qui accompagne le modèle en relief : en 1475, la maison Plantade et la maison Candillargues étaient réunies entre les mains de Bertrand Seriès.

D'ailleurs, si les successeurs de Plantade avaient acheté la tour actuelle, on devrait retrouver l'acte d'achat dans le dossier très complet et très bien tenu de M. Guiraud : or il n'en contient pas trace.

Nous concluons que la tour actuelle n'a pas été annexée à la maison Plantade après notre astronome.

2° Seconde hypothèse : si la tour actuelle n'a pas été *achetée*, n'a-t-elle pas été *construite* à une époque plus récente ?

Le même dossier va nous permettre de répondre encore négativement.

Après avoir acheté la maison Plantade[1], Brunet en fit faire par Pierre Nougaret, architecte, et Barthélemy Alaus, menuisier, un examen détaillé, dont le procès-verbal, daté du 12 octobre 1788, est resté dans ce dossier. On y lit tout au long (pag. 79) la description de la tour actuelle, à laquelle on arrivait comme aujourd'hui par des marches établies sur l'un des murs de la cage du grand escalier. Ce n'est donc pas Brunet qui a fait construire cette tour, et, comme on ne peut guère l'attribuer à la fille et aux petits-enfants de Plantade, *nous devons conclure qu'elle existait du temps de cet astronome.*

De plus, la même expertise mentionne constamment, outre le grand escalier, un petit escalier de service que nous croyons pou-

[1] Et avant d'en entreprendre la réparation, car les experts sont nommés par contrat du 27 avril 1788 (Bonfils, notaire) 10 jours seulement après l'acte d'achat définitif déjà cité, pour procéder à la vérification de l'état actuel de la maison acquise des hoirs de La Vergne ; — et d'ailleurs plusieurs parties sont indiquées comme en mauvais état et ayant besoin de réparation.

voir identifier avec la tour ancienne, d'après sa position et sa description. Le nombre des fenêtres de la tour ancienne dans le modèle en relief (cinq échelonnées sur une hauteur de quatre étages) vient confirmer cette manière de voir.

Enfin la démolition de cette tour ancienne a laissé des traces dans un compte de Dessalle, plâtrier, où on lit à la date du 20 janvier 1789 : « avoir réparé le couvert de la maison de Monsieur Vialla [1] que le maçon avait dégradé en démolissant la tour ». Ce ne peut être la tour actuelle, qui est très loin de la maison Vialars : c'est la tour ancienne, qui la touche et la surplombe, et qui, n'ayant que quatre étages, fut englobée dans la construction du 4e étage actuellement existant sur la cour Guiraud, au-dessus du 3e seul existant dans l'expertise.

Quant à la tour actuelle, elle dut être réparée, car nous lisons plus loin : « avoir échafaudé aux façades de la tour pour les enduire, etc. »

Mais, faute de comptes du maçon, nous ne pouvons préciser le nombre d'étages qu'elle avait alors, la maison se composant d'ailleurs de plusieurs corps d'inégale hauteur, dont la distinction est très difficile dans l'expertise. Nous nous bornons à mentionner des souvenirs un peu vagues, transmis par M. Guiraud, d'après lesquels le 6e étage de la tour actuelle aurait été aménagé et peut-être même construit dans ce siècle par M. Alfred Bruyas, qui y installa son atelier de peinture et de photographie. Mais il semble résulter du compte même du plâtrier qu'on n'a fait, en 1789, que recrépir les murs de la tour actuelle sans l'élever, et qu'elle avait par suite déjà au moins 5 étages, un de plus que la tour ancienne.

Entre deux tours d'inégale hauteur, et dont l'une n'était que la cage d'un petit escalier, *Plantade avait dû choisir la plus haute et la plus large, la tour actuelle. Quant à Brunet, il n'avait plus à choisir, cette tour actuelle lui restant seule.*

Nous insisterons pourtant encore sur une dernière difficulté qui nous a longtemps arrêtés, et qui a été levée et transformée en argument favorable par les recherches de M. G. Bigourdan dans les papiers de Cassini et de Delisle à l'Observatoire de Paris (je lui réitère ici mes vifs remerciements). Les fenêtres de la tour actuelle, bien que situées sur les quatre faces, étaient-elles assez grandes pour se prêter à des observations ? Mais Plantade lui-même ne la

[1] Le toit de la maison Vialars.

trouvait pas fort commode en effet, témoin ce passage d'une lettre à Maraldi, datée du 23 janvier 1725[1] : « Si j'avais un endroit fixe et commode pour observer et qui fût en même temps solide, je vous fournirais plus d'observations pendant l'hiver seul que vous n'en pouvez faire dans toute l'année à l'Observatoire.... Mais vous savez quelle peine c'est et quel embarras quand à chaque observation il faut porter çà et là des instruments, et réduire ensuite ses opérations ». Cette réflexion semble faite pour la tour telle que nous la voyons, avec ses petites fenêtres, et pour des instruments de grande dimension, dont l'un est cité dans une lettre écrite de Marseille, le 10 janvier 1750, par le P. Pézenas à Delisle, et lui racontant qu'il fait bâtir une tour « pour une grande machine parallactique que j'ai achetée des héritiers de M. de Plantade[2] ». Toutefois, l'infatigable astronome ne se laissait pas arrêter par ces difficultés matérielles, quand il s'agissait de profiter du beau ciel de Montpellier je n'en : citerai pour preuve que les observations relatées, comme faites par lui dans sa tour de 1706 à 1726, à la suite du mémoire de de Zach (*Bulletin* déjà cité *de la Société libre*, tom. IV, pag. 393, 1811), et suivies d'autres faites dans la même tour par d'autres observateurs de 1734 à 1738[3]. En particulier, pour l'observation du passage de Mercure sur le soleil du 9 novembre 1723, on lit dans les papiers de Delisle : « M. de Plantade fit cette observation à sa tour ».

[1] Observatoire de Paris. Archives. B 4-12.

[2] A rapprocher de cette phrase de Plantade, rendant compte de l'éclipse de soleil du 25 septembre 1726, à la page 282 des Mémoires de la Société royale (*Histoire de la Société royale*, tom. I) : « Je ne pus me servir du micromètre, à cause que, dans la Tour où je fis l'observation, je ne pouvais pas placer la machine parallactique ».

[3] Et aussi sa correspondance avec « son cousin » Cassini (Observatoire, Archives, *ibid.*). On trouve dans le même dépôt (B. 1-7) la copie d'une lettre de Delisle (20 septembre 1752) demandant à Guilleminet de lui marquer sur un plan de Montpellier les divers lieux où il a été fait des observations par Picard, Plantade, Clapiès, et de lui indiquer la position de l'Observatoire. Le 27 novembre 1752, Guilleminet répond à Delisle : « Je suis à la veille de donner un mémoire des observations que j'ay faites pour determiner la position exacte de l'Observatoire, en latitude et en longitude : ce memoire contiendra aussy les différentes haut[rs] du Pole observées à Montpellier par MM. Picard, Cassini, Plantade, etc., avec les distances depuis les lieux ou les observations ont este faites jusques à l'Observatoire. Au surplus par les observations que j'ay faites depuis quatre ans la haut[r] du pole à l'Observatoire est de 43° 36′ 31″, cependant je ne l'employe que sur le pied de 43° 36′ 30″ ».

Pour résumer cette longue note, nous concluons:

I. — Il est *définitivement établi* que la maison où a observé Plantade est la maison Brunet (n° 524 de Flandio), aujourd'hui Guiraud (n° 8 de la Grand'Rue).

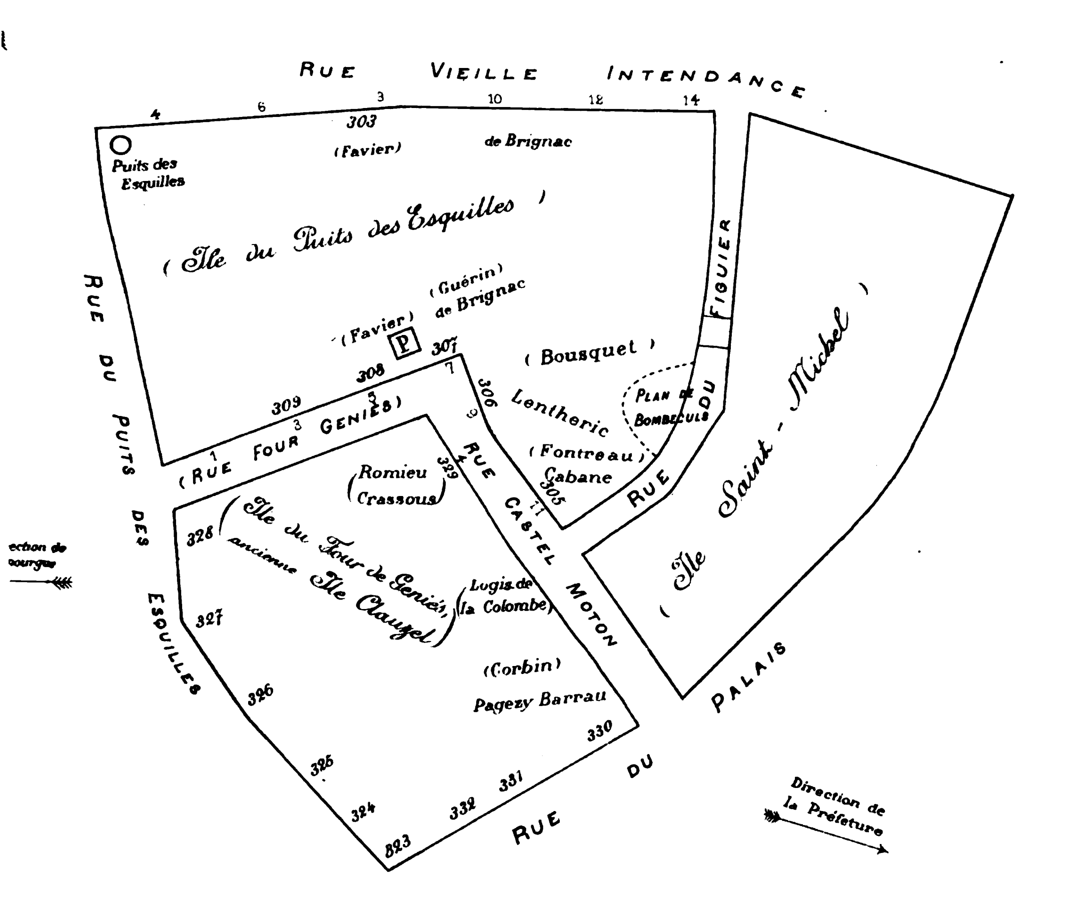
II. — Il est *très probable* qu'il a observé, non dans la tour ancienne, aujourd'hui englobée dans le quatrième étage, mais dans *la tour actuelle*, encore existante et visible de la Croix-d'Or, qui avait peut-être un étage de moins qu'aujourd'hui.

Enfin c'est *certainement* cette tour actuelle qui a servi aux observations de Brunet.

OBSERVATOIRE DE PICARD

(désigné par la lettre [P] sur ce plan.)

Nord

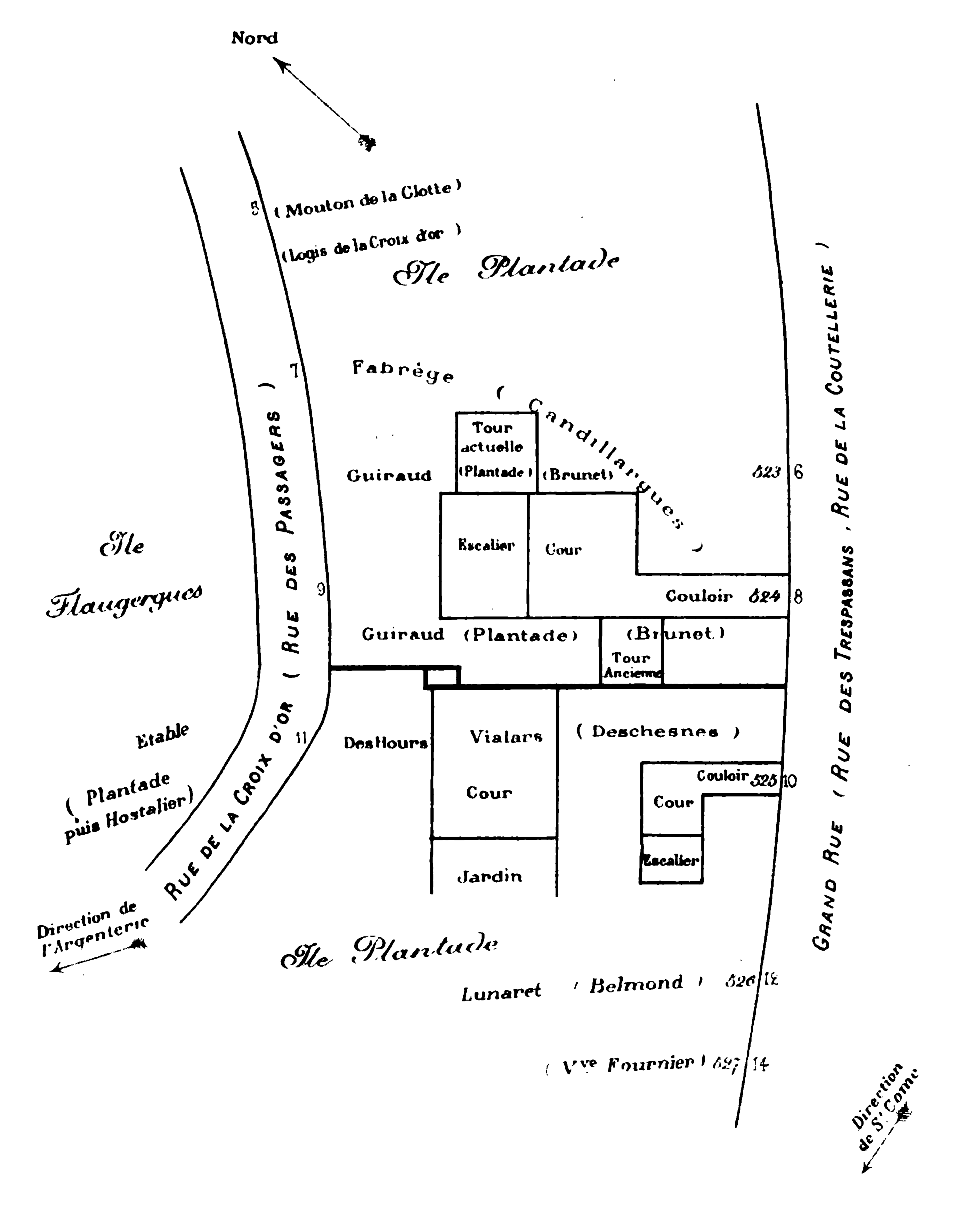


Les noms entre parenthèses sont ceux du Guide de Flandio ou des époques antérieures. Les autres sont les noms actuels.

Lith. Boehm & Martial Mor

TOUR PLANTADE

désignée sous le nom de Tour actuelle



Les noms anciens sont mis entre parenthèses.

PROCÈS-VERBAUX

DE LA SECTION DES SCIENCES POUR 1894

Séance du 8 janvier 1894.

M. DELAGE expose les recherches qu'il a poursuivies avec M. DE ROUVILLE sur la constitution des terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons. Les terrains primaires occupent une assez grande surface dans cet arrondissement ; ils y forment une enclave de forme ovale, dont le grand axe est orienté de l'Est à l'Ouest. Ces terrains sont délimités au Nord par les affleurements des terrains cristallisés et au Sud par ceux des terrains secondaires. A l'Ouest ils s'étendent jusqu'au delà du mont Cayroux et à l'Est vers le cours de l'Orb.

Les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons forment une dorsale entamée par l'érosion et dont l'arête culminante représentée par le grès de Marcory, n'est pas néanmoins absolument parallèle aux lignes d'assemblage des divers affleurements de cette formation. L'arête dorsale cambrienne est orientée assez exactement Est-Ouest ; les lignes d'assemblage du Dévonien et du Silurien sont plus exactement orientées du Sud-Ouest au Nord-Est. L'érosion ayant nivelé partiellement la dorsale, les divers étages constitutifs se répètent assez symétriquement de part et d'autre de l'arête culminante.

La découverte d'échantillons de paradoxydes à la limite du groupe grès quartziteux et schistes et du groupe calcaréo-dolomitique, combinée avec l'étude attentive de la succession stratigraphique des divers sédiments, a permis d'établir l'ordre de superposition suivant dans les sédiments primaires de l'arrondissement de Saint-Pons.

Dévonien. ..	Dévonien inférieur...	6 a. Calcaire à encrines dans schistes. 6 b. Schistes ardoisiers et schistes fibreux.
Silurien	Silurien (Arenig).....	5. Schistes à nodules et grès.
Cambrien. .	Barroubien..........	4. Grès quartziteux et schistes.
	Paradoxydien........	3. Calschistes et schistes à Paradoxydes.
	Anteparadoxydien...	2. Groupe calcaréo-dolomitique. 1. Groupe gréseux, grès de Marcory.

*

Séance du 12 février 1894.

M. Meslin donne la description d'un nouvel appareil pour la production des franges d'interférences. L'emploi des demi-lentilles de Billet donne deux faisceaux interférents séparés, mais exige un réglage délicat. Le biprisme de Fresnel donne les franges sans réglage, mais les deux faisceaux sont confondus en un seul à la sortie du biprisme. M. Meslin s'est proposé de réunir les avantages des deux systèmes. L'appareil est constitué par deux prismes inversement disposés par rapport au biprisme de Fresnel, et une lentille convergente est accolée aux deux prismes. Il résulte de cette disposition deux faisceaux séparés, donnant facilement les franges d'interférence sans réglage préalable.

M. Milhaud commence la lecture de quelques extraits d'un travail sur les conséquences philosophiques de la géométrie non euclidienne. Il s'attache à montrer, contrairement à l'opinion générale, que les travaux de géométrie non euclidienne n'ont pas apporté la preuve que l'axiome d'Euclide n'est pas démontrable.

Séance du 12 mars 1894.

M. Meslin communique le résultat de ses recherches sur la constitution des ondes paragéniques de diffraction. Lorsque des rayons lumineux émanés d'un point S subissent une réflexion ou une réfraction sur une surface aplanétique Z, ils vont passer par un point S_1 réel ou virtuel. On sait qu'en vertu du principe d'Huyghens, les différents chemins qui vont de S en S_1 sont parcourus en des temps égaux, de sorte que les phases en S et en S_1 diffèrent d'une quantité constante indépendante de la direction considérée pour la propagation du mouvement.

L'étude des ondes de diffraction obtenues en faisant tomber sur un réseau les rayons émanés de S montre que cette propriété ne subsiste plus pour de telles ondes. On reconnaît, en effet, que les mouvements vibratoires envoyés en S_1 (image diffractée de S), par les différents points du réseau ne sont plus concordants entre eux, de sorte que la phase en S_1 change avec la direction suivant laquelle le mouvement lui parvient. Cette propriété se retrouve pour les différentes ondes dont le centre est en S_1 ; l'amplitude et la phase varient sur une telle

onde, qui, au lieu d'avoir une constitution uniforme, a une structure crénelée en rapport avec la structure périodique du réseau qui lui a donné naissance.

Il en résulte que la phase en un point M, ne dépend pas seulement du chemin parcouru jusqu'en M mais encore de la nature du point où la droite S_1M coupe le réseau, ce qui introduit un terme φ_1 variable avec la nature de ce point.

Tous calculs faits, on reconnaît que la phase en M est la somme de trois termes, $\varphi_1 + \psi_1 + \chi_1$ dont le dernier représente le chemin géométrique S_1M, le seul qu'on considère habituellement.

En étudiant l'interférence des ondes diffractées à droite et à gauche, on voit que la phase du premier mouvement vibratoire est $\varphi_1 + \psi_1 + \chi_1$ la phase du second est $\varphi_2 + \psi_2 + \chi_2$; on a donc pour le retard

$$(\varphi_1 - \varphi_2) + (\chi_1 - \chi_2) + (\psi_1 - \psi_2).$$

et on peut démontrer que la somme des quatre derniers termes est nulle ; l'interférence ne dépend donc que du terme $\varphi_1 - \varphi_2$ déterminé d'après la *position relative* de la source et du réseau. On reconnaît alors pourquoi la translation du réseau entraîne les franges dans le même sens, pourquoi le mouvement de la source les déplace en sens inverse.

Cette théorie permet d'expliquer les colorations que présentent les franges brillantes ; elles proviennent de l'existence d'un facteur qui modifie l'amplitude et qui, en un même point, change avec la radiation, puisqu'en joignant le point aux différentes régions du spectre diffracté, les droites coupent le réseau en des points de nature différente.

On peut démontrer enfin que ces colorations doivent être de deux sortes, car le point d'intersection avec le réseau peut occuper, pour une même radiation, deux sortes de positions sur l'élément, suivant la parité de la frange brillante que l'on considère ; il y a donc des colorations alternées qui doivent être sensiblement complémentaires (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. Nos du 24 juillet, du 21 août et du 9 octobre 1893).

M. Imbert expose les résultats d'une expérience qui jette quelque lumière sur le procédé d'émission de la voie humaine par les cordes vocales. Si l'on ferme une capacité par une membrane libre sur l'un de ses côtés et que l'on envoie dans la capacité le courant d'air d'une soufflerie, la membrane rend un son de hauteur variable suivant sa tension et la portion de sa surface qui peut entrer en vibration. Si l'on dispose d'autre part une membrane de cuir tendue parallèlement

à la direction du courant d'air qui s'échappe de la capacité, celle-ci rend un son et suivant sa tension rend les harmoniques successifs des sons émis par la première membrane. M. Imbert signale l'analogie de cette disposition expérimentale avec la position que prennent pendant l'émission de la voix les cordes vocales supérieures par rapport aux cordes vocales inférieures.

Sur la demande de M. Sabatier, M. Imbert expose les principales théories actuellement admises pour l'explication de la voie de fausset succèdant sans interruption à la voie normale. L'interprétation la plus rationnelle paraît résider dans la formation d'une nodale parallèlement aux bords libres des cordes vocales. La formation de cette nodale peut d'ailleurs être observée directement par un examen stroboscopique.

Séance du 9 avril 1894.

M. Milhaud continue la lecture des extraits de son mémoire sur les conséquences philosophiques de la géométrie non Euclidienne. Il s'attache à démontrer que le caractère de nécessité des axiomes de la géométrie Euclidienne est équivalent à celui des conclusions des néo-géomètres. Les conclusions déduites des définitions dans la logique des néo-géomètres n'ont pas plus de valeur que celles obtenues en partant des axiomes d'Euclide. Quel que soit le mode de raisonnement adopté, on ne retrouve dans les conclusions que ce que l'on a bien voulu mettre dans les prémisses. Le procédé des néo-géomètres consiste à faire entrer dans la définition initiale une série d'idées générales qu'ils restreignent peu à peu dans la suite du raisonnement, de manière à faire apparaître par un enchaînement logique le caractère de nécessité des conclusions particulières auxquelles ils aboutissent.

Séance du 21 mai 1894.

M. Massol[1] résume l'étude thermique qu'il a faite des acides nitrobenzoïques en ce qui concerne l'influence de l'isomérie et celle de la substitution nitrée.

Les acides nitrobenzoïques qui ont servi à ces expériences ont été purifiés avec soin. Ce travail préliminaire a été d'autant plus néces

[1] Massol; *Etude thermique des acides nitrobenzoïques*, in *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1894.

saire que les acides fournis par le commerce sont très impurs et qu'ils renferment un mélange des isomères. M. Massol a trouvé dans un échantillon d'acide orthonitrobenzoïque, outre de l'acide benzoïque, 11,90 0/0 de sulfate de baryte.

A. *Chaleurs de dissolution des acides nitrobenzoïques.* — Le peu de solubilité de ces acides dans l'eau ne permet pas de déterminer les chaleurs de dissolution avec assez d'exactitude; on a préféré dissoudre l'acide solide dans la soude. Les nombres obtenus sont la somme algébrique de deux effets thermiques : 1° la chaleur de dissolution de l'acide dans l'eau ; 2° la chaleur de neutralisation par la base.

On a obtenu dans des conditions identiques, pour 167 gram. d'acide (poids moléculaire) dissous dans quatre litres de soude caustique (NaOH = 40), vers 10°.

	cal
Acide orthonitrobenzoïque.	+ 9,45
— métanitrobenzoïque.	+ 7,15
— paranitrobenzoïque	+ 6,20

B. *Chaleurs de dissolution des sels de soude anhydres.* — Les nitrobenzoates de soude séchés jusqu'à complète déshydratation ont été dissous dans l'eau (poids moléculaire : 189 gram. dans quatre litres). On a obtenu vers 10° :

	cal
Orthonitrobenzoate de soude	+ 0,31
Métanitrobenzoate de soude.	— 1,03
Paranitrobenzoate de soude.	— 1,90

C. *Chaleurs de formation des sels à l'état solide.* — Les données précédentes ont permis de calculer les chaleurs de formation des trois nitrobenzoates de soude solides, à partir de l'acide solide et de la base solide suivant l'équation :

$$C^6H^4(AzO^2)CO^2H \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^6H^4(AzO^2)CO^2Na \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} + Q$$

On a trouvé dans ces conditions :

	cal
Orthonitrobenzoate de soude.	+ 20,39
Métanitrobenzoate de soude.	+ 19,39
Paranitrobenzoate de soude.	+ 19,31

D. — 1° Les nombres ci-dessus, rapprochés de la chaleur de formation du benzoate de soude + 17^{cal},4, montrent l'influence du

groupe (AzO^2) substitué à un atome d'hydrogène dans la molécule. Il augmente l'acidité totale au même titre que le chlore [1], le brome [2] ou l'oxygène [3].

2° La comparaison des chaleurs de formation des trois sels de soude, montre la variation résultant de la position relative du groupe AzO^2 par rapport au carboxyle : *la quantité totale de chaleur dégagée diminue à mesure que le groupe* AzO^2 *s'éloigne de l'hydrogène acide.* Ce résultat est conforme à celui que M. Massol a publié à propos des acides phtaliques [4] : pour les trois phtalates de soude, la chaleur de formation du sel solide diminue avec l'écartement des groupes carboxyliques (ortho + 44cal,24 ; méta + 39cal,12 ; para + 38cal,42).

3° Il y a lieu d'observer aussi que, dans ces deux séries d'isomères (acides phtaliques et acides nitrobenzoïques), les acides méta et para produisent des effets thermiques très rapprochés, tandis que l'acide ortho s'éloigne sensiblement de ses isomères et possède une énergie de combinaison supérieure.

4° Enfin, en rapprochant les chaleurs de formation à l'état solide des sels de soude des quatre acides : benzoïque, ortho-oxy-benzoïque ou salicylique, ortho-nitro-benzoïque et ortho-phtalique,

		Augmentation par rapport au benzoate de soude.
	cal	cal
Benzoate de soude...........	+ 17,40	»
Salicylate de soude..........	+ 19,15	+ 1,75
Orthonitrobenzoate de soude...	+ 20,39	+ 2,99
Orthophtalate neutre de soude .	+ 22,12 × 2	+ 4,72

dans lesquels le groupe carboxylique occupe la même position par rapport aux groupes électro-négatifs substitués (oxhydrile phénolique, radical nitrique, deuxième carboxyle), l'on observe des différences qui mesurent l'augmentation de la valeur acide de la molécule sous l'influence de la substitution.

L'oxhydrile phénolique a moins d'action que le groupe AzO^2, et ce dernier est moins électro-négatif que le carboxyle CO^2H.

[1] Louguinine ; *Acides chloracétiques* (*Ann. Chim Phys.* (5), tom. XVII, pag. 250).

[2] Massol ; *Acide bibromomalonique* (C. R., tom. CXIV, pag. 1200).

[3] *Id.* ; *Etude thermique des acides-alcools* (C. R , tom. CXIII, pag. 1047).

[4] *Etude thermique des acides organiques* (*Ann. Chim. Phys.* (7), tom. I, pag. 145).

M. Meslin fait une communication sur une méthode permettant de mettre en évidence la production des interférences produites par la réflexion de la lumière sur des lames d'une certaine épaisseur.

Lorsque la lumière se refléchit sur une lame mince, on obtient des colorations lorsque l'épaisseur de la lame est seulement de quelques longueurs d'ondes; ces colorations disparaissent lorsque la lame est un peu plus épaisse, non parce que l'interférence ne se produit pas, mais parce qu'elle est réalisée au contraire pour un trop grand nombre de couleurs du spectre et qu'un grand nombre de radiations, A, A′, A″, sont détruites, tandis que les radiations intermédiaires B, B′, B″ sont renforcées. On peut s'en assurer en se servant, comme l'a montré Fizeau, d'un spectroscope qui analyse la lumière réfléchie; M. Meslin a cherché à le mettre en évidence par un autre procédé :

On reçoit cette lumière sur une autre lame d'épaisseur variable ; à l'endroit où l'épaisseur est la même que pour la première lame employée, les seules radiations qui peuvent être réfléchies sont les couleurs B, B′, B″, qui existent, en effet, dans la lumière incidente ; mais dans la région voisine où l'épaisseur est un peu différente, ces couleurs B, B′, B″ seront au contraire détruites par l'interférence sur cette deuxième lame : la lumière réfléchie sera donc moins intense dans cette deuxième région que dans la première, tout en étant blanche dans les deux cas ; on aura de même, dans le voisinage, d'autres franges sensiblement achromatiques.

Cette expérience exige un ajustement convenable de deux lames pour que les régions de même épaisseur se correspondent. On peut y parvenir sans tatonnement en se servant de deux appareils à anneau de Newton : chacun d'eux offre toutes les épaisseurs, et en regardant l'un par réflexion dans l'autre, on produit toutes les combinaisons possibles ; les franges dessinent le lieu des points correspondants à des épaisseurs égales ; on peut démontrer facilement que c'est un cercle excentrique par rapport aux anneaux de Newton et enveloppant celui des deux systèmes donné par l'appareil dont le rayon de courbure est le plus faible.

L'expérience est d'accord avec la théorie, et le phénomène est assez net pour être projeté facilement avec la lumière solaire.

Séance du 11 juin 1894.

M. Fabry donne lecture du rapport qui lui a été confié sur un mémoire de M. de Rey-Pailhade concernant l'adoption du temps décimal.

Le projet d'unification des heures des colonies françaises proposée par M. de Rey-Pailhade ne présente que des avantages, et il y a lieu de l'adopter.

Quant à la division décimale du temps, elle serait préférable au système actuel si elle pouvait être universellement adoptée ; cependant ses avantages ne sont pas comparables à ceux du système métrique, qui a remplacé de nombreuses unités assez mal déterminées par une seule bien définie. Mais il est très probable que cette division du temps ne sera jamais adoptée à l'étranger ; appliquée uniquement en France, elle présenterait de graves inconvénients pour les voyageurs et les relations internationales. Les astronomes, qui se servent souvent d'observations faites à l'étranger, n'auraient aucun avantage à compter le temps par deux méthodes différentes. Le même défaut se présenterait du reste, quoiqu'à un degré moindre, pour toutes les sciences. Enfin il sera très difficile de répandre ces nouveaux procédés dans le public, qui, ne comprenant pas l'avantage des nouveaux cadrans, ne voudra pas les adopter, et dans tous les cas ne fera aucune attention à des indications qui lui paraîtront inutiles; de sorte que les mesures proposées pour initier le public à cette division décimale n'aboutiront certainement pas.

Quant aux simplifications de calculs, elles seront illusoires, tant que la division du jour en heures ne sera pas supprimée; si l'on tient compte des calculs nécessaires pour réduire le temps en décimales, il n'y a, en effet, aucune simplification.

La méthode proposée pour lire directement le temps décimal avec la seule aiguille des heures n'est pas pratique, l'appréciation des décicés étant purement illusoire. Quant à la méthode qui fait usage des deux aiguilles, elle sera difficilement adoptée à cause des additions nécessaires. Le chiffre correspondant à 35 minutes devrait être de 2^{ces},4 au lieu de 2^{ces},5 noté sur le cadran.

En résumé, l'Académie pense que le mode de division décimale du temps ne sera jamais adopté dans les usages courants de la vie, surtout à l'étranger. Tant qu'il ne sera pas employé exclusivement et universellement, il présentera beaucoup plus d'inconvénients que

d'avantages ; en conséquence il n'y a pas lieu de donner suite à ce projet.

M. Oechsner de Coninck a déposé, afin de prendre date, sur le bureau de la section, dans la séance du 11 juin, la note suivante, résumant ses recherches sur l'action de l'hypochlorite de sodium et de l'hypobromite de sodium en liqueur alcaline sur l'uréthane ou éther éthylcarbamique.

La constitution de ce composé présentant certaines analogies avec celle de l'urée, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'examiner si les réactifs oxydants décomposent l'uréthane, suivant une réaction du même genre.

Si l'on dissout environ 1 gram. d'uréthane dans 10 centim. cubes d'eau distillée, et qu'on opère avec la solution d'hypochlorite de sodium en liqueur alcaline, comme on opère avec 10 centim. cubes d'urine dans le procédé de Leconte, les choses se passent différemment, suivant qu'on chauffe plus ou moins fortement :

1° Application modérée de la chaleur. — Dans ce cas, on recueille dans l'éprouvette graduée disposée sur la cuve à eau, un gaz incolore, inodore, à peine soluble dans l'eau, ne brûlant pas, éteignant les corps en combustion, présentant, en un mot, les principaux caractères négatifs de l'azote.

2° Application plus vive de la chaleur. — Le ballon étant chauffé assez vivement dès le début, il se dégage, en quantité *beaucoup plus considérable*, un gaz incolore, d'odeur assez pénétrante, inflammable et brûlant, avec une flamme bordée de vert. C'est, soit du chlorure d'éthyle, soit un mélange de ce gaz avec un carbure d'hydrogène et de l'azote.

M. Oechsner a étudié aussi l'action à froid du réactif d'Yvon (soit l'hypobromite de sodium alcalin) sur les solutions aqueuses diversement concentrées d'uréthane. A la température ordinaire, il y a dégagement lent et peu abondant d'un gaz incolore, peu ou à peine soluble dans l'eau, inflammable et brûlant avec une flamme bleuâtre pâle. C'est vraisemblablement un carbure formé, comme dans l'autre réaction, au dépens du groupe éthyle de l'uréthane.

M. Oechsner se propose de continuer cette étude et communique ces premiers faits pour prendre date.

Séance du 9 juillet 1894.

M. HOUDAILLE fait une communication sur l'influence de la distribution de l'humidité dans le sol, sur le développement de la chlorose de la vigne en sols calcaires. Les recherches[1] faites à ce sujet avec la collaboration de M. MAZADE préparateur du laboratoire de recherches viticoles l'ont amené à substituer, à la mesure du taux d'humidité en poids, la détermination du rapport du volume d'eau au volume de l'espace vide contenu dans l'unité de volume du sol desséché. Ce rapport exprime plus exactement que le taux d'humidité l'état de saturation du sol par l'eau. La mesure du volume d'eau contenu dans 100 volumes du sol est obtenue par le prélèvement d'un volume déterminé du sol en place à l'aide d'une sonde spéciale. Ce même échantillon permet d'évaluer la *densité brute* du sol qui, combinée avec sa *densité réelle*, permet de calculer le volume de l'espace vide contenu dans 100 volumes du sol. M. Houdaille cite quelques exemples numériques relatifs á l'observation de quelques faits de chlorose qui montrent l'utilité de la détermination de ce coefficient de saturation du sol par l'eau.

MM. P. DE ROUVILLE et Aug. DELAGE exposent les principaux résultats de l'étude qu'ils viennent de faire du Paléozoïque central de l'Hérault, c'est-à-dire de la région comprise entre Vailhan et Vieussan, en vue principalement de relier la géologie de la région de Cabrières à celle de l'arrondissement de Saint-Pons.

Au cours de cette étude, ils ont acquis, sur la composition des terrains Dévonien et Anthracifère, des notions, pour la plupart inattendues, qui peuvent se résumer ainsi :

Le Dévonien inférieur, ainsi que les auteurs l'ont soutenu dans plusieurs notes antérieures, occupe bien tout le bord septentrional de l'affleurement paléozoïque, sous forme d'une bande presque rectiligne et beaucoup plus large qu'on ne l'avait pensé jusqu'à présent Il comprend de bas en haut et du Nord au Sud :

1° Une épaisse assise de schistes sans fossiles ;

[1] F. Houdaille et M. Mazade ; *Influence de la distribution de l'humidité dans le sol sur le développement de la chlorose de la vigne en sol calcaire,* in C. R. de l'Acad. des Sc., juillet 1894.

2° Une épaisse assise calcaire (dolomies et calcschistes fibreux), à la partie supérieure de laquelle pullulent les débris d'encrines, accompagnés, sur quelques points, de Trilobites, de Brachiopodes et de Polypiers.

Ces deux premières assises ont été décrites par les auteurs dans leur Mémoire sur l'arrondissement de Saint-Pons.

3° Enfin, une non moins puissante formation, consistant en une alternance très répétée de schistes et de grès micacés, avec enclaves calcaires plus ou moins clair-semées.

Dans cette assise supérieure se trouvent, en outre, inclus *tous les conglomérats et grès à lydienne que l'on avait jusqu'à présent rapportés, à tort, au Carbonifère.*

C'est encore dans cette même assise et, en particulier, dans les nombreuses zones dites *schistes troués*, que se montre une abondante faune, composée de formes malheureusement mal conservées et, en général, indéterminables spécifiquement, mais parmi lesquelles il a été cependant possible de reconnaître : *Pleurodyctium problematicum*, *Athyris Esquerrai*, *Chonvetes sarcinulata*, toutes formes caractéristiques du Dévonien inférieur. Le *Pleurodyctium*, jusqu'alors exclusivement rencontré à Cabrières, a été retrouvé par les auteurs à Faugères et à la Liquière.

Avec cette faune, existe dans la formation, et aussi bien dans les schistes que dans les grès, une flore importante, tant par son abondance et son égale répartition dans toute l'assise que par l'intérêt que présentent les types dont elle se compose. Parmi les échantillons que les auteurs ont recueillis, M. Zeiller a reconnu, ou cru reconnaître : *Asterocalamites scrobiculatus (Bornia radiata)*, genre *Cardiopteris* ou *Rhacopteris*, *Sphenopteris* cf *Gœpperti*, *Stigmaria ficoïdes*, *Sphenopteris distans ?* ou *Sphenopteris tridactylites ?*, *Lepidodendron Veltheimi* ou *Acuminatum*, toutes formes qui se montrent dans le Culm, mais qui sont ici avec *Pleurodyctium problematicum*.

Le Dévonien moyen se montre identique à lui-même de l'Est à l'Ouest de la région, depuis Cabrières jusqu'à Vieussan. Les auteurs en ont donné la description détaillée dans leur Mémoire sur la géologie de Cabrières. Aujourd'hui, ils sont en mesure de compléter cette description. L'étage ne débute pas nécessairement par des dolomies, mais bien par des calcaires bruns silicifères et remplis de fossiles. En certains points, tels que le Falgairas, le Causse de Laurens à la bifurcation des lignes ferrées de Paulhan à Bédarieux et de Béziers

à Bédarieux, non loin de Faugères, ces calcaires ont été le siège d'un phénomène remarquable. Le calcaire a été totalement ou en partie dissous et entraîné, et il ne reste plus guère qu'un squelette de quartz, criblé des moules d'encrines ou autres fossiles que la roche pouvait contenir. A partir de cette zone, le calcaire réapparaît, mais pour se dolomitiser et passer insensiblement à la dolomie cristalline, dont le type est fourni par le Falgairas, puis aux calcaires siliceux à polypiers, etc.

En ce qui concerne le dernier terme de cet étage, terme connu sous le nom de *Calcaire cristallin blanc du Pic de Vissous*, les auteurs, en se fondant uniquement sur la place qu'il occupe entre la zone à *Calceola sandalina* et le Dévonien supérieur, en avaient fait l'équivalent du sous-étage Givétien; mais, tout en signalant l'absence, dans la faune de ce calcaire, des fossiles de Givet, ils avaient exprimé l'espoir qu'un jour ou l'autre on les y découvrirait. Leur espoir n'a pas été déçu. Une zone à Stringocéphales, et en particulier à *Stringocephalus Burtini*, a été découverte par eux sur le Causse de Laurens et au Pic de Vissous, au passage même des calcaires à calcéoles au *Calcaire blanc du Pic.* Ces Stringocéphales sont empâtés dans la roche de telle sorte qu'il est extrêmement difficile de les en dégager ; mais un assez bon exemplaire a pu être recueilli par M. Cornac, chef de gare à Laurens, qui s'en est généreusement dessaisi au profit de la Faculté de Montpellier, et un autre bon échantillon a été remis aux auteurs par leur guide, M. Escot, de Cabrières, qui l'a trouvé au Pic de Vissous.

Le Dévonien moyen de l'Hérault présente donc une série complète et qu'il est facile d'observer sur beaucoup plus de points qu'on ne le croyait tout d'abord. La région comprise entre le Mont Peyroux (environs de Saint-Nazaire-de-Ladarez) et Vieussan est des plus favorables sous ce rapport.

Si l'on ajoute que le Dévonien supérieur offre, de son côté, des caractères qui le font se ressembler partout, la série dévonienne de l'Hérault devient une des plus belles connues. Le Mont Peyroux est le pendant du Pic de Cabrières, avec cette différence, toutefois, qu'on y trouve tout le Dévonien en position normale, tandis qu'à Cabrières les étages moyen et supérieur sont renversés.

Quant à l'Anthracifère, l'amputation qu'il subit, par suite du passage, dans le Dévonien inférieur, de toute la masse des schistes contenant les conglomérats à lydienne, le réduit d'une façon consi-

dérable, et cette réduction oblige les auteurs à remanier leur carte géologique de Cabrières. La teinte bleue, qui y représente l'Anthracifère, dans le Vallat grand, le Broun, la vallée du Pitrous, sur le flanc sud du Pic de Vissous, etc., disparaît en majeure partie, pour faire place à la teinte jaune, pointillée de noir, représentant le Dévonien inférieur.

M. Etienne de Rouville présente à la section un amphipode nouveau pêché dans l'étang de Thau.

Cet amphipode, qui appartient au genre *Siphonœcetes*, se distingue des espèces déjà décrites, et, en particulier, de l'espèce de Naples, par un certain nombre de caractères dont les plus importants sont les suivants :

1° L'Antennule possède un nombre d'articles plus grand à son flagellum.

2° Le Rostre est plus petit.

3° Les épines des *Gnathopodes* présentent une disposition différente.

4° Les *Uropodes* ont l'extrémité de leur pédoncule terminée en dents de scie.

5° Enfin un fait étiologique très intéressant vient s'ajouter aux caractères morphologiques déjà cités pour faire de cette espèce une espèce bien nouvelle.

Seul des Siphonœcetes décrits, le nouvel Amphipode de l'étang de Thau se loge dans une petite coquille de mollusque (Bittium, Rissoia) et complète cette coquille par un tube formé de fragments de coquilles agglutinés.

Les Siphonœcetes jusqu'ici connus habitaient ou bien une coquille de mollusque ou bien un tube constitué par des fragments de coquilles, mais ne combinaient jamais ces deux modes d'habitation.

M. de Rouville appelle cette espèce nouvelle le *Siphonœcetes Sabatieri*.

Il remercie publiquement M. Jules Bonnier, sous-directeur du laboratoire maritime de Wimereux, qui lui a été d'un précieux concours dans la détermination de sa nouvelle espèce.

M. Oechsner de Coninck dépose sur le bureau de la section, afin de prendre date, deux notes relatives à l'action du réactif de Leconte sur les divers amides et imides appartenant soit à la série grasse, soit à la série aromatique.

Première Communication.

Dans la séance du 11 juin dernier, j'ai fait connaître à la section des Sciences l'action du réactif de Leconte sur l'acétamide, la propionamide, la succinamide et la succinimide.

J'ai continué l'étude de cette réaction sur d'autres amides et imides appartenant soit à la série grasse, soit à la série aromatique.

Le *glycocolle*, l'*acide hippurique*, la *butyramide*, sont décomposés à chaud, à diverses températures, par le réactif de Leconte, avec mise en liberté d'un gaz présentant les principaux caractères de l'azote.

La *benzamide* est légèrement décomposée dans le même sens ; il en est de même de l'*acide picramique*.

L'*ortho-amido-phénol* n'est pas ou presque pas décomposé ; par contre, le *paramido-phénol* est plus facilement décomposé dans le même sens.

La *phtalimide* est facilement décomposée.

L'*Hydrobenzamide* n'est pas décomposée.

L'*oxamide* commence à se décomposer déjà à froid.

Les trois acides *amido-benzoïques* isomériques sont décomposés avec des vitesses différentes.

L'*azobenzol* résiste d'une manière remarquable à l'action du réactif Leconte.

L'*amido-azo-benzol* est légèrement décomposé.

L'*asparagine* est décomposée à une chaleur modérée.

L'*alanine* est décomposée dans le même sens.

La *benzanilide* ne subit pas de décomposition. Même résultat négatif pour le *chlorhydrate d'aniline*.

La *formiamide* commence à se décomposer à la température ordinaire. Même résultat pour la *salicylamide*.

Deuxième Communication.

La *phtalimide*, le *chlorhydrate d'aniline*, les trois *acides amido-benzoïques-isomériques* donnent, soit à froid, soit à chaud, des réactions colorées très particulières avec le réactif de Leconte (hypochlorite de sodium alcalin).

Ces réactions colorées sont surtout sensibles avec les trois *acides amido-benzoïques*, et se produisent dans les conditions les plus variées.

Je me réserve cette étude de chimie analytique; et j'ai commencé à étudier l'acide *ortho-amido benzoïque*, qui, à froid, donne une magnifique coloration rouge.

L'acide *métamido-benzoïque* fournit, dans les mêmes conditions, une coloration orangée.

D'une manière générale, le réactif de Leconte agit comme réactif oxydant (direct ou indirect) et comme réactif alcalin.

Séance du 12 novembre 1894.

M. Delage signale la découverte d'une mosaïque romaine faite sur les indications et avec le concours de M. Joseph Lagarde, élève au Lycée de Montpellier, dans le voisinage du rocher de Substancion, au delà du village de Castelnau. Cette mosaïque, en bon état de conservation, était recouverte par des éboulis à proximité et au dessus de la voie romaine qui passe à flanc de coteau entre la grande route et le Lez. Les vestiges de construction mis à jour autour de la mosaïque semblent indiquer qu'elle ne formait pas le sol d'une habitation, mais était plutôt le vestige d'une ancienne terrasse ou d'un poste d'observation.

Séance du 10 décembre 1894.

M. Houdaille résume les recherches[1] qu'il a poursuivies avec la collaboration de M. Sémichon, répétiteur de physique à l'Ecole d'agriculture, sur l'état physique du calcaire dans ses relations avec la chlorose de la vigne. La vitesse d'attaque spécifique des diverses variétés de calcaire a été déterminée à l'aide d'un inscripteur spécial basé sur la mesure du volume d'acide carbonique dégagé par l'attaque du calcaire à l'aide de l'acide chlorhydrique dilué. Le tamisage préalable de l'échantillon de calcaire trituré et la mesure du débit de l'air au travers d'un volume déterminé de l'échantillon permettent d'évaluer la surface des particules calcaires soumises à l'attaque. Le poids de calcaire attaqué par seconde et par centimètre carré représente la vitesse d'attaque spécifique. La comparaison des vitesses d'attaque obtenues par divers acides montre que les divers calcaires se classent dans l'attaque à l'acide carbonique dans le même ordre

[1] F. Houdaille et L. Sémichon; *Le calcaire et la chlorose*, in *Revue de Viticulture*, 1894 et in *Annales de l'Ecole d'Agriculture de Montpellier*, tom. VIII.

que pour l'attaque à l'acide chlorhydrique ou à l'acide tartrique. Les vitesses d'attaque à l'acide chlorhydrique ont varié de 1mgr,350 (marnes pliocènes) à 0,00128 calcaire bitumineux bajocien.

L'étude du calcaire contenu dans les divers sols a été faite avec le même inscripteur calcimétrique. On a attaqué un poids de 1 gramme du sol préalablement délayé à l'éther, puis desséché : 1° par 10cc d'une solution contenant 1/4 en volume d'acide chlorhydrique à 22° Baumé ; 2° par 10cc d'une solution contenant 2gr,500 d'acide tartrique. L'attaque totale à l'acide chlorhydrique donne le °/₀ de calcaire du sol. L'attaque limitée à l'acide tartrique comparée à l'attaque totale à l'acide chlorhydrique donne une indication sur la grandeur de la surface extérieure des particules calcaires. Ce rapport est d'autant plus voisin de l'unité que le calcaire est plus finiment divisé, mais ne possède cependant une signification que pour les sols renfermant plus de 25 °/₀ de calcaire. Enfin la vitesse d'attaque du premier tiers de l'échantillon donne une indication du pouvoir, chlorosant car cette vitesse dépend à la fois de la teneur en calcaire, de son état de division et de sa vitesse d'attaque spécifique.

Si l'on rapproche de cette détermination de l'état physique du calcaire, la distribution de l'humidité dans le sol par la méthode indiquée dans la séance du 9 juillet, on arrive à caractériser assez exactement le pouvoir chlorosant essentiellement variable de divers sols présentant une même teneur en calcaire.

M. Oechsner de Coninck annonce qu'il a obtenu des réactions colorées très sensibles et très nettes en faisant agir sur les acides amido-benzoïques et nitro-benzoïques des solutions concentrées et étendues d'hypochlorites de potassium, de sodium, d'hypo-iodites de potassium, de sodium. L'hypochlorite de calcium, obtenu en épuisant le chlorure de chaux par l'eau, donne aussi de très belles colorations avec les acides plus haut mentionnés.

Le Secrétaire de la section des Sciences,

F. Houdaille.

Fascicule 2 (1856). P. Gervais (5), Ch. Martins (4), Marcel de
— Serres (5), E. Roche, Chancel, P. de Rouville, Legrand, Viard, Jeanjean, Marès... 8.50

— 3 (1857) H. Marès, E. Roche, Marcel de Serres (3), Le Rique de Monchy (2), Viard, Lenthéric neveu, G. Chancel (2), Parès, P. Gervais (3). 8

Tome IV (1858-1860)........................ 23

Fascicule 1 (1858). P. Gervais (2), Montrouzier, Chancel, Marcel de Serres, Berger, Le Rique de Monchy (2), Lenthéric, Reynès et de Rouville, Graff, E. Roche (2)........................ 6

— 2 (1859). P. Gervais (2), E. Roche, Lenthéric, Marcel de Serres (3), E. Rouché, Raynaud, Chancel, Diacon, Cazalis de Fondouce, Ch. Martins. 9

— 3 (1860). Ch. Martins, P. Gervais (2), E. Roche (3), Désormeaux, Marcel de Serres (3), Cazalis de Fondouce, Lenthéric................ 6

Tome V (1861-1863)........................ 23

Fascicule 1 (1861). E. Roche (2), Diacon (2), Lenthéric, Moitessier, Martins, P. Gervais, Chancel........... 10

— 2 (1862). Martins, E. Roche (2), Viala, Marcel de Serres (3), Berger, Gervais (3), Wolf et Diacon, Moitessier, Jeanjean........... 8

— 3 (1863). P. Gervais (3), Martins (2), O. Bonnet, Béchamp, Roche (2). Moitessier........ 5

Tome VI (1864-1866)........................ 23

Fascicule 1 (1864). Berger, Roche, Diacon (2), Chancel (2), Gervais (3), Brinckmann, Loret, Moitessier. (*épuisé*)

— 2 (1865). Martins, Gervais (3), Roche (2), Chancel (2), Jeanjean (2), Diacon et Wolf........... 6

— 3 (1866). Duclos, Chancel, Crova, Roche (2), Garlin. Moitessier, Martins (2), Lallemand, Loret. 6

Tome VII (1867-1870)..................... 23

Fascicule 1 (1867). Roche (3), Martins (4), Collomb, Gervais Vaillant, Le Rique de Monchy, Diacon... 6

— 2 (1868). Gervais, Vaillant, Le Rique de Monchy, P. de Rouville, Lallemand (3), Diacon......(*épuisé*)

— 3 (1869). Duval-Jouve, Martins et Chancel, Combescure (2).......................... 6

— 4 (1870). Combescure, Duval-Jouve (2), Martins..... 4

Tome VIII (1872-1875)........................ 23

Fascicule 1 (1872). Martins, (2), Duval-Jouve (2), Crova, Munier, Boussinesq........................ 6

— 2 (1873). Crova, Cazalis de Fondouce, Duval-Jouve, Roche (2), Martins, Munier............. 6

— 3 (1874). Duval-Jouve, Sabatier.................. 6

— 4 (1875). Lenthéric............................ 5

Tome IX (1876-1879)...................... 23

Fascicule 1 (1876)..... Crova, Duval-Jouve, Martins......... 6.50

— 2 (1877-1876). Roche (2), Guinard, Crova (2), Duval-Jouve, Martins, Sabatier............ 7.50

— 3 (1879)..... Sabatier........................... 9

Tome X (1880-1884)...................... 23

Fascicule 1 (1880-1881) Courchet, Cazalis de Fondouce, Crova (2), Roche........... .... 7.50

— 2 (1882)..... Roche (2), Crova (2), Sabatier........ 7.50

— 3 (1883-1884) Combescure, Crova (5), Sabatier, Pauchon, Tisserand, Garbe........... 6

Tome XI (1885-1892)........ 15

Fascicule 1 (1885-1886) Houdaille (3), Combescure (2), Crova (3), Dautheville, Brocard (2), de Rouville. 6

— 2 (1887-1897) Crova (4), de Forcrand, Fabry....... 4.50

— 3 (189-71892) Flahault........................ 4.50



